

**DISEÑO E IMPLEMENTACION DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO DE
ERGONOMIA PARA EL PROGRAMA DE MAESTRIA DE HIGIENE Y
SEGURIDAD DE LA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE OCCIDENTE**

**MARISOL BASTO RINCON
ALEJANDRO CALDERON CASTRILLON**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE OPERACIONES Y SISTEMAS
PROGRAMA DE INGENIERIA INDUSTRIAL
SANTIAGO DE CALI
2013**

**DISEÑO E IMPLEMENTACION DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO DE
ERGONOMIA PARA EL PROGRAMA DE MAESTRIA DE HIGIENE Y
SEGURIDAD DE LA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE OCCIDENTE**

**MARISOL BASTO RINCON
ALEJANDRO CALDERON CASTRILLON**

**Proyecto de Grado para optar al título de
Ingeniero Industrial**

**Director
CIRO MARTÍNEZ
Economista Industrial**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE OPERACIONES Y SISTEMAS
PROGRAMA DE INGENIERIA INDUSTRIAL
SANTIAGO DE CALI
2013**

Nota de aceptación:

**Aprobado por el comité de Trabajo de Grado
en cumplimiento de los requisitos exigidos
por la Universidad Autónoma de Occidente
para optar al Título de Ingeniero Industrial.**

GIOVANNI ARIAS CASTRO

Jurado

JOSE DIMAS VELASCO

Jurado

Santiago de Cali, 14 Marzo de 2013

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a Dios por brindarnos las fuerzas y los conocimientos necesarios para culminar una meta en nuestras vidas.

A nuestros padres, por ser el pilar fundamental en todo lo que somos, en toda nuestra educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

Al Ingeniero Ciro Martínez Oropesa, por habernos brindado las asesorías necesarias y guiarnos en todo el proceso siempre con mucha paciencia.

Al Ingeniero Giovanni Arias Castro, por su apoyo en nuestro proyecto y siempre creer en nosotros.

A los docentes, que nos brindaron las asesorías necesarias para la realización de cada una de las prácticas.

Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

CONTENIDO

RESUMEN	14
INTRODUCCION	15
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
2. JUSTIFICACION	17
3. ANTECEDENTES	18
4. MARCO REFERENCIAL	19
4.1 MARCO TEORICO	19
4.1.1. Definición y razón de existencia de las prácticas de laboratorio	19
4.1.2. Medidas tomadas con el sujeto de pie	26
4.1.3. Gasto energético y capacidad de trabajo físico	38
4.1.4. Manipulación manual de carga	41
4.1.5. Variables del peligro	47
4.2. MARCO LEGAL	49
5. OBJETIVOS	50
5.1. OBJETIVO GENERAL	50
5.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS	50
6. METODOLOGIA	51
7. DESARROLLO DEL TRABAJO	54
7.1. DETERMINACIÓN DEL GASTO ENERGETICO Y CAPACIDAD DE TRABAJO FISICO	54

7.2 MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGA, EMPUJE Y TRACCIÓN DE CARGA	55
7.3 RELACIONES CORPORALES ANTROPOMETRIA	56
8. CONCLUSIONES	59
9. RECOMENDACIONES	60
BIBLIOGRAFIA	61
ANEXOS	64

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Normas por edad y genero para predecir el consumo máximo de oxígeno	41
Cuadro 2. Masa de referencia para diferentes poblaciones	43
Cuadro 3. Valores de multiplicador de frecuencia	45
Cuadro 4. Valores de multiplicador de acople para la calidad de agarre	46
Cuadro 5. Límites recomendados para masa acumulada en relación con la distancia de transporte	46

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estructura de la ergonomía	21
Figura 2. Disciplinas involucradas	22
Figura 3. Medición de la estatura (altura del cuerpo)	27
Figura 4. Medición de la altura de los ojos	28
Figura 5. Medición de la altura de los hombros	28
Figura 6. Medición de la altura del codo	29
Figura 7. Medición de la altura de la entrepierna	30
Figura 8. Medición de la altura de la tibia	30
Figura 9. Medición del espesor del cuerpo, de pie	31
Figura 10. Medición de la anchura de caderas, de pie	32
Figura 11. Medición de la altura sentado (erguido)	32
Figura 12. Medición de la altura de los ojos, sentado	33
Figura 13. Medición de la altura de los hombros, sentado	34
Figura 14. Medición de la altura del codo, sentado	34
Figura 15. Medición de la anchura de hombros (biacromial)	35
Figura 16. Medición de la anchura de hombros (bideltoides)	36
Figura 17. Medición de la anchura de codos	36
Figura 18. Medición de la anchura de caderas, sentado	37
Figura 19. Medición de la altura de la rodilla	37
Figura 20. Modelo por pasos	42

Figura 21. Frecuencia máxima para levantamiento manual en relación con la masa del objeto en condiciones ideales para dos duraciones de levantamiento diferentes.

44

GLOSARIO

ANTROPOMETRIA: es la ciencia que entiende de las medidas de las dimensiones del cuerpo humano. Los conocimientos y técnicas para llevar a cabo las mediciones, así como su tratamiento estadístico, son el objeto de la antropometría.

ANTROPOMETRIA DINAMICA: están relacionadas con las dimensiones resultantes del movimiento del cuerpo humano de sus partes, tales como: cambios posturales, ángulos, alcances, velocidades, aceleraciones, fuerzas y espacios descritos en las trayectorias de los movimientos.

ANTROPOMETRIA ESTATICA: se aplican a diseños de objetos que requieren poco movimiento o a espacios de actuación que no tienen en cuenta el movimiento tridimensional, mientras que las dimensiones antropométricas dinámicas se aplican a diseños de puestos o estaciones de trabajo u objetos cuyo uso implique una cantidad importante de movimiento por parte del usuario.

MANIPULACION MANUAL: cualquier actividad que requiera uso de la fuerza humana para levantar, bajar, trasportar o de otro modo mover o controlar un objeto.

TRANSPORTE: desplazamiento de un objeto de un lugar a otro cuando permanece levantado, horizontalmente y soportado mediante la fuerza humana.

LEVANTAMIENTO MANUAL: movimiento de un objeto desde su posición inicial hasta una posición más alta, sin ayuda mecánica.

DESCENSO MANUAL: movimiento de un objeto desde su posición inicial hasta una posición más baja, sin ayuda mecánica.

FUERZA: se emplean fuerzas iniciales para superar la inercia del objeto, cuando se inicia o se cambia la dirección del movimiento. Las fuerzas sostenidas son aquellas empleadas para mantener el movimiento del objeto. Por lo general, las fuerzas iniciales son mayores que las sostenidas y, por lo tanto, deben mantenerse en el mínimo.

MASA ACUMULADA: producto de la masa transportada y la frecuencia del transporte.

PLANO MEDIO SAGITAL: plano vertical en la dirección antero-posterior que divide una persona suponiendo una postura corporal neutra en mitades iguales derecha e izquierda.

PLANO DE ASIMETRÍA: plano vertical que atraviesa el punto medio de la línea entre los huesos del tobillo interior y la proyección vertical del centro de gravedad de la carga, cuando la carga se encuentra en su desplazamiento más extremo desde el plano neutral medio-sagital.

ANGULO DE ASIMETRÍA: ángulo formado por las líneas que resultan de las intersecciones del plano medio sagital y el plano de asimetría.

MASA DE REFERENCIA: masa que se considera adecuada para emplear en una población de usuarios identificados durante la aplicación del método aquí descrito.

GASTO ENERGETICO: cantidad de energía que requiere un organismo para su actividad. Esta energía se utiliza para llevar a cabo el metabolismo basal, la actividad física, el procesamiento de los alimentos y para mantener la temperatura corporal.

METABOLISMO BASAL: es el valor mínimo de energía necesaria para que una célula subsista. Esta energía mínima es utilizada por la célula para la realización de funciones metabólicas esenciales, como es el caso, por ejemplo, de la respiración.

CONSUMO METABOLICO: es la energía total generada por el organismo por unidad de tiempo (potencia), como consecuencia de la tarea que desarrolla el individuo, despreciando en este caso la potencia útil (puesto que el rendimiento es muy bajo) y considerando que toda la energía consumida se transforma en calorífica.

CALOMETRIA DIRECTA: solo alrededor del 40% de la energía liberada durante el metabolismo de la glucosa y de las grasas se usa para producir ATP. El restante 60% se convierte en calor. Por lo que un modo de estimar el ritmo y la

intensidad de producción de energía es medir la producción de calor de nuestro cuerpo. Esta técnica se llama **calorimetría directa**.

CALORIMETRIA INDIRECTA: el termino de calorimetría indirecta implica que el calor liberado por los procesos químicos dentro del organismo puede ser calculado indirectamente de la tasa de consumo de oxígeno. Asumiendo que todo el oxígeno es usado para oxidar los sustratos degradables y que todo el CO₂ producido es recuperado, es posible calcular la cantidad total de energía producida.

RESUMEN

En este proyecto se diseña y se implementan tres prácticas de laboratorio para la materia de ingeniería ergonómica de la maestría de Higiene y Seguridad Industrial de la Universidad Autónoma de Occidente, con el fin de que los estudiantes y profesores cuenten con una parte experimental, ampliando los conocimientos para la solución de problemas disciplinares, interdisciplinarios o profesionales y dotar a la persona de los instrumentos básicos que la habilitan como investigador en un área específica de las ciencias o de las tecnologías, relacionadas con el movimiento, transporte, empuje y tracción de cargas; relaciones corporales: antropometría; gasto energético, que permitan ofrecer una mayor formación para la solución de problemas que se presentan cotidianamente en las empresas.

Para obtener los objetivos planeados en este proyecto en primero lugar se obtiene toda la información de los temas relacionados a las prácticas, se realizan reuniones con expertos, con el fin de definir el alcance de cada práctica. Una vez realizado esto, se procede a realizar la metodología y contenido de cada una de ellas cumpliendo con los objetivos de las mismas.

Por último se implementa cada práctica con el fin de demostrar la viabilidad y eficiencia de cada una de las prácticas.

Palabras Claves: variables de riesgo, gasto energético, capacidad de trabajo físico, ergonomía, manipulación manual.

INTRODUCCION

Los programas de posgrado corresponden al último nivel de la educación superior, contribuyen a fortalecer las bases de la capacidad del país para la generación, transferencia, apropiación y aplicación del conocimiento, así como a mantener vigentes el conocimiento ocupacional, disciplinar y profesional impartido en los programas de pregrado, constituyen en espacio de renovación y actualización metodológica y científica, responder a las necesidades de formación de comunidades científicas, académicas y a las necesidades del desarrollo y el bienestar social.

Los programas de posgrado propician la formación integral en un marco que implica conocimientos más avanzados en los campos de la ciencia, la tecnología, las artes o las humanidades; las competencias para afrontar en forma crítica la historia, el desarrollo presente y la perspectiva futura de su ocupación, disciplina o profesión.

Ahora bien, los programas de maestría amplían y desarrollan los conocimientos para la solución de problemas disciplinares, interdisciplinarios o profesionales y dotar a la persona de los instrumentos básicos que la habilitan como investigador en un área específica de las ciencias o de las tecnologías o que le permitan profundizar teórica y conceptualmente en un campo de la filosofía, de las humanidades y de las artes. El programa de maestría de higiene y seguridad industrial de la Universidad Autónoma de Occidente es una maestría de profundización.

Las competencias que desarrollen los expertos se pueden obtener a través de especializaciones y maestrías, la Universidad Autónoma de Occidente dentro de sus programas de post-grado cuenta con la especialización y la maestría de higiene y Seguridad Industrial, ésta ofrece herramientas a los estudiantes para analizar y resolver problemas relacionados con la seguridad, higiene y salud de los colaboradores en sus puestos de trabajo. La idea principal de este proyecto es el diseño e implementación a través de la investigación de las prácticas y guías de laboratorio para la asignatura de ergonomía de la Maestría de Higiene y Seguridad Industrial específicamente prácticas de movimiento, transporte, empuje y tracción de cargas; relaciones corporales: antropometría; gasto energético, buscando ofrecer una mayor formación para la solución de problemas que se presentan cotidianamente en las empresas, además de esto ofrecer herramientas pedagógicas a los profesores para complementar y facilitar la capacitación de los estudiantes.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Para la Maestría de Higiene y Seguridad Industrial de la Universidad Autónoma Occidente es necesaria una metodología de enseñanza a través de la experimentación, en este caso prácticas de laboratorio, que ofrezcan herramientas pedagógicas para alcanzar una formación a nivel de postgrado, Además de ofrecer a los estudiantes información práctica que sea utilidad en su vida profesional.

El problema actual de la maestría en Higiene y Seguridad Industrial es que la asignatura de ergonomía, no dispone de unas guías y prácticas de laboratorios para abordar de forma experimental las temáticas de: movimiento, transporte, empuje y tracción de cargas; relaciones corporales antropometría; gasto energético, por tanto busca un diseño de estas prácticas a través de investigación identificando los métodos a evaluar en cada uno de los experimentos.

El diseño y la implementación de dichas prácticas es necesario, ya que existen falencias al no contar con unas guías, falta organización, medios, herramientas y disposición del espacio físico, con lo cual se hace necesario un salto cualitativo desde la especialización a la maestría, el diseño de las prácticas de laboratorio ofrecería a los profesores e involucrados en la maestría herramientas pedagógicas de gran utilidad para facilitar la enseñanza y el aprendizaje de los estudiantes.

La falta de unas prácticas y guías de laboratorio bien estructuradas y diseñadas, dificultan el proceso de enseñanza aprendizaje, ya que al realizar prácticas de laboratorio de lo visto en clase se aclaran dudas y se muestra una forma experimental para dar soluciones a los problemas que se presentan en las organizaciones y además se aprovechan adecuadamente las capacidades y recursos que ha dispuesto la universidad para el mejor funcionamiento del programa.

2. JUSTIFICACION

Los trabajos prácticos procuran fomentar una enseñanza más activa, participativa e individualizada, donde se impulse el método científico y el espíritu crítico. De este modo se favorece que el alumno: desarrolle habilidades, aprenda técnicas elementales y se familiarice con el manejo de instrumentos y aparatos. Se permite poner en crisis el pensamiento espontáneo del alumno, al aumentar la motivación y la comprensión respecto de los conceptos y procedimientos científicos. Esta organización permite la posibilidad de relacionarse continuamente entre ellos, y con el profesor. Para que esto funcione adecuadamente, es aconsejable conocer bien su planteamiento, y mediante el uso de la imaginación y de este conocimiento.¹

En lo social: el desarrollo de este proyecto tiene como objetivo diseñar las prácticas y guías de laboratorio para la maestría de higiene y seguridad industrial, buscando una formación del conocimiento más completo a través de la experimentación, con el fin de ofrecer a la comunidad programas de postgrado de alto nivel, también el diseño de las prácticas busca proporcionar herramientas a los estudiantes que sean aplicables a las empresas y se vean reflejadas en la mejora de las condiciones de trabajo, en el incremento de la productividad y en el crecimiento económico.

En lo económico: el diseño de las prácticas de laboratorio, brindará a los estudiantes un valor agregado en su formación, mejorando la calidad de contenido académico ofrecido por la maestría, por tanto garantizando un alto nivel de formación a nivel de postgrado, además de esto y muy importante lograr el reconocimiento en el sector laboral e institucional.

En lo personal: por otra parte, este proyecto complementará nuestra formación académica y profesional. Gracias a la investigación de esta temática se ampliarían los conocimientos de la carrera en lo relacionado con ergonomía que es de suma importancia para la formación integral de profesionales en ingeniería industrial.

Finalmente, este proyecto procura impactar el alcance actual de las prácticas y su nivel de actualización, acorde a los cambios que han experimentado nuestras capacidades y recursos en laboratorios, así como a los requerimientos para un programa de nivel de Maestría.

¹ MUSSO M, Gabriel; GONZALEZ, José. Importancia de las prácticas de laboratorio en el mundo abstracto del electromagnetismo [en línea]. Universidad de Salta. Disponible en internet <<http://www.caedi.org.ar/pcdi/Area%206/6-452.PDF>>.

3. ANTECEDENTES

Las prácticas de laboratorio se introducen en la educación a propuesta de John Loke, al entender la necesidad de realización de trabajos prácticos experimentales en la formación de los alumnos. Diferentes investigaciones sobre el aprendizaje científico muestran que este es un proceso dinámico en el que los educandos construyen y reconstruyen su propio entendimiento a la luz de sus experiencias (Hodson, 1994). Al seleccionar y llevar a cabo estrategias, los científicos utilizan un tipo adicional de conocimiento que sólo puede ser adquirido con la práctica de la ciencia, esencia del saber hacer del científico creativo. Si el objeto de elaborar teorías científicas es el esclarecimiento y la predicción, entonces los estudiantes deberían ser estimulados de modo de poner a prueba la propia capacidad de explicación y pronóstico. A su vez, al facilitar que los alumnos lleven a cabo sus propias investigaciones se contribuye a desarrollar su comprensión sobre la naturaleza de la ciencia y su reflexión sobre el propio aprendizaje personal (Novak, 1990). Por ello puede resultar más productivo comenzar por los problemas tipo ingenieril, y luego pasar a los más científicos. Aprender ciencia debe ser una tarea de comparar y diferenciar modelos.

La meta de la formación científica debe ser que el alumno conozca diversos modelos para la interpretación y comprensión de la naturaleza. Debe ayudar a que el alumno construya sus propios modelos pero también a que pueda sondearlos o rescribirlos, a partir de los elaborados por otros, ya sean sus propios compañeros o científicos notables. Cada persona construye un modelo distintivo del mundo que le permite darle sentido. Estos modelos están compuestos por una serie de construcciones personales interconectadas o hipótesis transitorias del mundo (Pozo, Gómez Crespo, 2000).

En la Universidad Autónoma de Occidente se ha venido desarrollando unas prácticas y guías de laboratorio para los programas de pregrado y postgrado, para el caso de la especialización en higiene y seguridad industrial se elaboró una práctica de gasto energético, en donde, a través del consumo de oxígeno determinado por el ritmo cardiaco se encuentra el gasto energético de una persona, esta práctica de laboratorio se desarrolló en el laboratorio de biomecánica con ayuda del Doctor Wilfrido Agredo que dio el direccionamiento de la metodología para abordar el experimento, los métodos que se utilizaron para determinar el gasto energético fueron la prueba del escalón y la prueba de resistencia con el cicloergómetro, después de la realización de la práctica los estudiantes mostraron resultado propuestos en la guía con un resultado satisfactorio.

En la Universidad Nacional de Palmira actualmente tienen implementado un manual de prácticas de laboratorio donde se encuentran las temáticas de referentes a: trabajo muscular y gasto energético que tiene como objetivo medir el consumo metabólico de varios individuos que realizan trabajo basado en el método de calorimetría indirecta y el uso de cuadros, determinación de la capacidad de trabajo física a través de prueba submaxima empleando el cicloergómetro los propósitos de esta prueba son pronosticar las capacidades máximas para desempeñar trabajo y estimar indirectamente el consumo de oxígeno (Aptitud aeróbica, Vo2 Max), Relaciones corporales Antropometría que busca obtener conclusiones a través del cálculo de valores medios, desviación estándar y percentiles de cada característica antropométrica considerada, después de medir las características de un grupo de individuos en posiciones antropométricas de pie y sentado, medición y evaluación del ruido que tiene como objetivos medir el nivel de presión sonora y el nivel sonoro total, evaluar el riesgo de exposición al ruido, además de buscar soluciones cuando se presenten estos tipo de problemas, medición y evaluación de vibraciones que tiene como objetivo medir el nivel de vibraciones en cada uno de los puestos de trabajo determinando y evaluando el riesgo, aplicando un análisis espectral por frecuencia en bandas de tercio de octava con eso se pretende definir la pertinencia de practicar medidas de control de vibraciones, iluminación industrial la cual tiene como objetivo determinar y conocer los niveles de iluminación reales en las zonas de trabajo con el fin de valorar el factor de riesgo esto para emprender acciones correctivas que mejoren las condiciones de visibilidad en los puestos de trabajo, Medición y evaluación del estrés térmico.

También en la Universidad Autónoma de Occidente se encontraron proyectos de grado anteriores relacionados con el diseño de prácticas de laboratorio para ergonomía, estos proyectos se iniciaron debido a la necesidad de enfrentar de forma práctica los inconvenientes que se presentan en este campo, en este trabajo de grado se encontró guías de laboratorio de mediciones corporales, determinación del riesgo por la exposición al ruido, diseño y rediseño de puestos de trabajo.

4. MARCO REFERENCIAL

4.1. MARCO TEORICO

4.1.1. Definición y razón de existencia de las prácticas de laboratorio.

"Proceso de enseñanza-aprendizaje facilitado y regulado por el profesor, que organiza temporal y espacialmente para ejecutar etapas estrechamente relacionadas, en un ambiente donde los alumnos pueden realizar acciones psicomotoras, sociales y de práctica de la ciencia, a través de la interacción con equipos e instrumentos de medición, el trabajo colaborativo, la comunicación entre las diversas fuentes de información y la solución de problemas con un enfoque Interdisciplinar-Profesional".²

La práctica de laboratorio es el tipo de clase que tiene como objetivos fundamentales que los alumnos adquieran las habilidades propias de los métodos de la investigación científica, amplíen, profundicen, consoliden, generalicen y comprueben los fundamentos teóricos de la disciplina mediante la experimentación. De acuerdo a su concepción inicial, le corresponde la función principal del desarrollo de destrezas experimentales.

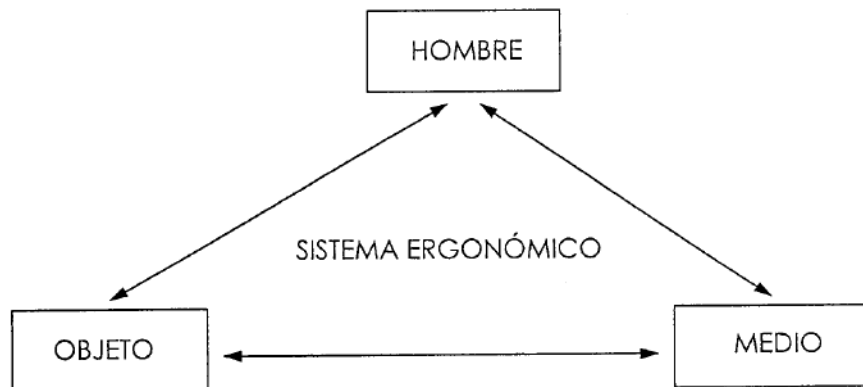
En la actualidad, se ha generalizado y defiende, entre muchos docentes de ciencias, el criterio que este tipo de actividad de experiencias prácticas, son parte esencial del proceso de enseñanza-aprendizaje y, por tanto, nunca podrán ser excluidas de la formación integral de los alumnos, fundamentalmente, alumnos de ciencias e ingeniería.

El bienestar, la salud, la satisfacción, la calidad y la eficiencia en la actividad de las personas dependen de la correcta interrelación existente entre los múltiples factores que se presentan en sus espacios vitales y las relaciones que establecen con los objetos que les rodean. A continuación se muestra algunas definiciones, las cuales van a ser de mucha ayuda para la realización de las guías de laboratorio:

²MUSSO M, Gabriel; GONZALEZ, José. Importancia de las prácticas de laboratorio en el mundo abstracto del electromagnetismo [en línea]. Universidad de Salta. Disponible en internet <<http://www.caedi.org.ar/pcdi/Area%206/6-452.PDF>>.

- **Higiene industrial.** Es la prevención de las enfermedades profesionales causadas por los contaminantes físicas, químicas o biológicas que actúan sobre los trabajadores. La metodología de aplicación de la Higiene Industrial está basada en la identificación, medición, evaluación y control de los contaminantes presentes en el ambiente de trabajo.³
- **Ergonomía.** La ergonomía es el estudio científico de la relación entre el hombre y sus medios, los métodos y el ambiente de trabajo. Su objetivo es laborar, con la ayuda de las diversas disciplinas científicas que la componen, un cuerpo de conocimientos que, con la perspectiva de ser aplicados, debe llevar a una mejor adaptación de los medios tecnológicos de producción y de los entornos de trabajo y de vida al hombre.⁴

Figura1. Estructura de la ergonomía

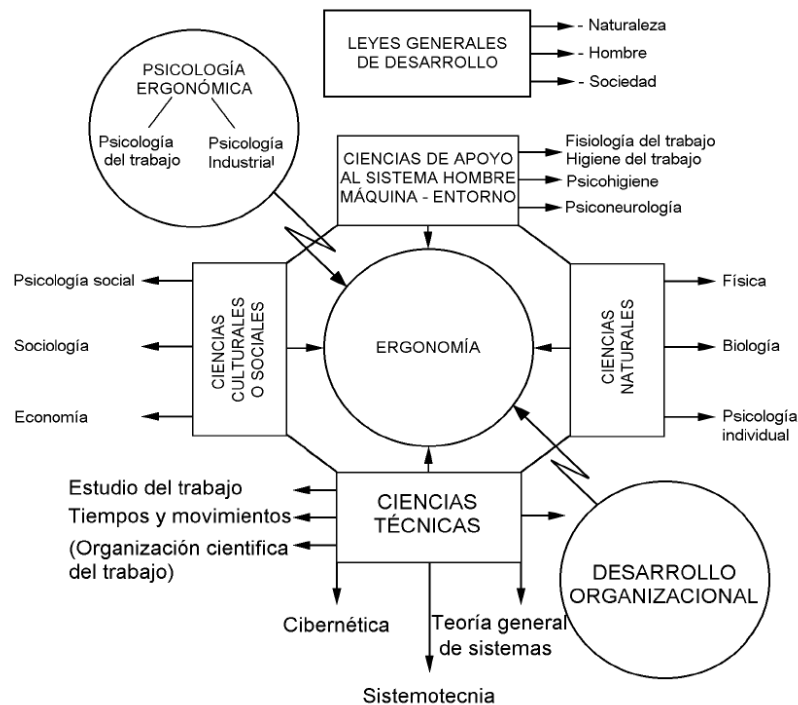


Fuente: NTC 3955, Ergonomía. Definiciones y conceptos ergonómicos.

³FLORÍA, Pedro Mateo; Gestión de la higiene industrial en la empresa. Madrid: Fundación Confemetal. Ed. 7. P. 29

⁴ FALZON, Pierre; Manual de ergonomía. Madrid: Modus Laborandi, S.L. Ed. 1. P. 19 2009

Figura 2. Disciplinas involucradas



Fuente:NTC 3955,Ergonomía.Definicionesyconceptosergonómicos.

- **Antropometría.** Es la ciencia que estudia las dimensiones del cuerpo humano, lo mismo con objetivos antropológicos, médicos, deportivos, que para el diseño de sistemas de los que la persona forma parte: objetos, herramientas, muebles, espacios y puestos de trabajo. No hay posturas buenas durante mucho tiempo. Sin duda, el mejor diseño de puesto de trabajo es aquel que le da la mayor libertad a la persona para modificar su postura cada vez que lo desee sin abandonar ni perjudicar la tarea que esté realizando y si la abandona que sea para descansar y recuperarse, bien realizando otra tarea (descanso activo), bien en reposo.⁵

La Ergonomía y Psicosociología aplicada comprenden un conjunto de técnicas cuyo objetivo es la adecuación del puesto de trabajo a la persona. Estudia las interrelaciones que se producen en el sistema hombre-máquina, analizando las capacidades y limitaciones de la persona, los efectos del medio ambiente de

⁵MÓNDELO, Pedro R; GREGORI TORADA, Enrique; BLASCO BUSQUETS, Joan; BARRAU BOMBARDÓ, Pedro; ERGONOMÍA 3; Diseño de puestos de trabajo. España: Alfaomega grupo editor, S.A. de C.V. Ed. 2. P. 31 2001

trabajo, la organización del trabajo y el diseño del puesto de trabajo, intentando conseguir el bienestar del trabajador.⁶

La Seguridad en el Trabajo es el conjunto de técnicas y procedimientos que tienen por objeto eliminar o reducir los riesgos que pueden dar lugar a que se produzcan accidentes de trabajo.⁷

- **Dimensiones antropométricas.** Las dimensiones del cuerpo humano son numerosas, pero para diseñar un puesto de trabajo específico solo deben tener en cuenta las necesarias para el mismo. Es por ello que antes de comenzar a efectuar las mediciones se deben analizar con rigor las medidas antropométricas que se quieran tomar, pues su cantidad guarda relación con la viabilidad económica del estudio, mientras que si se obvia una medida relevante para un diseño, su carencia hará imposible una solución satisfactoria.

Para las mediciones antropométricas existen metodologías que garantizan homogeneidad y precisión adecuadas. Así pues, con vistas a determinar las dimensiones relevantes y otras características del puesto, ya sea existente o en proceso de diseño, como paso previo al estudio de las relaciones dimensionales, es necesario analizar los siguientes aspectos para todos los usuarios del mismo:⁸

- Métodos de trabajo que existen o existirán en el puesto.
- Posturas, movimientos, y sus tiempos y frecuencias.
- Fuerzas y cadencias de estas que deberá desarrollar el usuario.
- Importancia y frecuencia de atención y manipulación de los dispositivos informativos y controles.

⁶FLORÍA, Pedro Mateo; Gestión de la higiene industrial en la empresa. Madrid: Fundación Confemetal. Ed. 7. P. 38

⁷Ibíd., p. 38.

⁸Móndelo, Pedro R; Gregori Torada, Enrique; Blasco Busquets, Joan; BarrauBombardó, Pedro; ERGONOMÍA 3Diseño de puestos de trabajo. España: Alfaomega grupo editor, S.A. de C.V. Ed. 2. P. 38-41 2001

- Regímenes de trabajo y descanso, sus tiempos y horarios.
- Carga mental que existe en el puesto.
- Riesgos efectivos y riesgos potenciales implicados en el puesto.
- Ropas, herramientas y equipos de uso personal.
- Ambientes visual, acústico, térmico, etc., del entorno.
- Otras características específicas del puesto que fuesen de interés.
- **Diseño del puesto de trabajo.** El diseño y configuración geométrica del puesto de trabajo tiene como objetivo fundamental adaptar el espacio físico del puesto de trabajo al trabajador y puede considerarse que abarca desde la distribución en planta de los puestos, pasando por la distribución de los espacios en el puesto de trabajo, hasta el diseño de mobiliario, herramientas y utensilios.

En todo caso, el diseño y la configuración geométrica del puesto de trabajo debe permitir al trabajador moverse y cambiar de postura, ya que no hay postura que sea buena si es fija y no puede variarse, así como utilizar con comodidad las herramientas, utensilios y mobiliario, lo que aconseja que sean compatibles las posturas de pie y sentado, y el que sean ajustables a voluntad.

Con el fin de alcanzar estos objetivos en el diseño del puesto, se debe partir de los datos antropométricos de la población de potenciales usuarios. La antropometría estudia las dimensiones: del cuerpo humano para diferentes cuestiones, objetivos médicos, diseño de muebles, de herramientas, etc. Podemos distinguir entre antropometría estática, que estudia las dimensiones del cuerpo humano sin movimiento, y la antropometría dinámica que considera el movimiento y está relacionada con la biomecánica.⁹

⁹RUBIO ROMERO, Juan Carlos; Manual para la formación de nivel superior en prevención de riesgos laborales. España: Díaz de Santos. Ed. 1. P. 565 2005

El proceso de diseño de sistemas de trabajo, puede dividirse en las siguientes fases:¹⁰

- Formulación de objetivos (análisis de necesidad).
- Análisis y asignación de funciones.
- Diseño básico.
- Diseño detallado.
- Realización, implementación y validación.
- Evaluación.
- **Dimensiones y posturas corporales.** Debe prestarse atención fundamental a lo siguiente:

El diseño del puesto de trabajo debería tener en cuenta cualquier restricción impuesta por las dimensiones corporales de las personas que vayan a trabajar en él. Incluida la vestimenta y cualquier otro elemento necesario.

En tareas prolongadas, el trabajador debe ser capaz de alternar entre estar de pie y sentado. Si solo es posible una postura, sentado es, normalmente, preferible a de pie, aunque, debido al proceso de trabajo, puede ser necesario permanecer de pie. En las tareas prolongadas deben evitarse las posturas de rodillas, agachado o en cuclillas.

Si es necesario ejercer un esfuerzo muscular importante, la cadena de vectores de fuerza o momento a lo largo del cuerpo debe mantenerse corta y simple, permitiendo posturas adecuadas y proporcionando apoyo adecuado para el cuerpo, en particular en tareas que requieran gran precisión de movimientos.¹¹

¹⁰NTC 5655, Principios para el diseño ergonómico de sistemas de trabajo.

¹¹NTC 5655, Principios para el diseño ergonómico de sistemas de trabajo.

Al hablar de Antropometría, es conveniente distinguir entre dos tipos de dimensiones antropométricas:¹²

- **Antropometría Estática:** se aplican a diseños de objetos que requieren poco movimiento o a espacios de actuación que no tienen en cuenta el movimiento tridimensional, mientras que las dimensiones antropométricas dinámicas se aplican a diseños de puestos o estaciones de trabajo u objetos cuyo uso implique una cantidad importante de movimiento por parte del usuario.
- **Antropometría Dinámica:** están relacionadas con las dimensiones resultantes del movimiento del cuerpo humano de sus partes, tales como: cambios posturales, ángulos, alcances, velocidades, aceleraciones, fuerzas y espacios descritos en las trayectorias de los movimientos.

La antropometría estática puede proporcionar una gran cantidad de información sobre el movimiento si se ha elegido un conjunto adecuado de variables. Sin embargo, cuando los movimientos son complicados y se desea realizar un buen ajuste con el entorno industrial, como sucede con la mayoría de las interfaces usuario-maquina y persona-vehículo, es necesario realizar un análisis preciso de las posturas y los movimientos. Esto puede hacerse por medio de las simulaciones adecuadas, que permiten el trazado de las líneas de alcance o de fotografías.

4.1.2. Medidas tomadas con el sujeto de pie¹³

➤ Masa del cuerpo (peso)

Descripción. Masa total (peso) del cuerpo.

Método. El sujeto se sitúa de pie sobre una báscula.

¹²Márquez R. Elio. Ergonomía I. Fundamentos de Antropometría. Instituto de diseño valencia. Valencia, 2002.

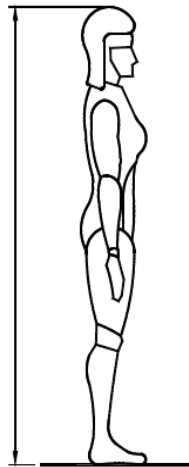
¹³NTC 5649, Mediciones básicas del cuerpo humano para diseño tecnológico. Parte 1: definiciones e indicaciones importantes para mediciones corporales.

➤ **Estatura (altura del cuerpo)**

Descripción. Distancia vertical desde el suelo hasta el punto más alto de la cabeza (vértex).

Método. El sujeto se sitúa de pie, totalmente erguido y con los pies juntos. La cabeza orientada según el plano de Frankurt.

Figura 3. Medición de la estatura (altura del cuerpo)



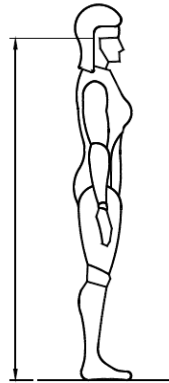
Fuente: NTC 5649, Mediciones básicas del cuerpo humano para diseño tecnológico. Parte 1: definiciones e indicaciones importantes para mediciones corporales.

➤ **Altura de los ojos**

Descripción. Distancia vertical desde el suelo hasta el vértice exterior del ojo.

Método. El sujeto se sitúa de pie, totalmente erguido y con los pies juntos. La cabeza orientada según el plano de Frankurt.

Figura 4. Medición de la altura de los ojos



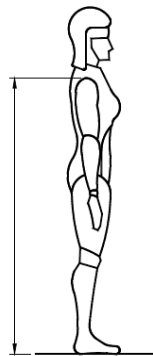
Fuente: NTC 5649, Mediciones básicas del cuerpo humano para diseño tecnológico. Parte 1: definiciones e indicaciones importantes para mediciones corporales.

➤ **Altura de los hombros**

Descripción. Distancia vertical desde el suelo hasta el acromion.

Método. El sujeto se sitúa de pie, totalmente erguido y con los pies juntos. Los hombros relajados, con los brazos colgando libremente.

Figura 5. Medición de la altura de los hombros



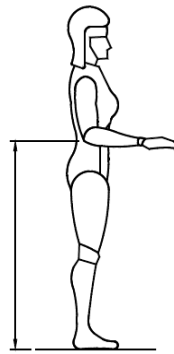
Fuente: NTC 5649, Mediciones básicas del cuerpo humano para diseño tecnológico. Parte 1: definiciones e indicaciones importantes para mediciones corporales.

➤ **Altura del codo**

Descripción. Distancia vertical desde el suelo hasta el punto óseo más bajo del codo flexionado.

Método. El sujeto se sitúa de pie, totalmente erguido y con los pies juntos. El brazo cuelga libremente hacia abajo, con el antebrazo formando un ángulo recto.

Figura 6. Medición de la altura del codo



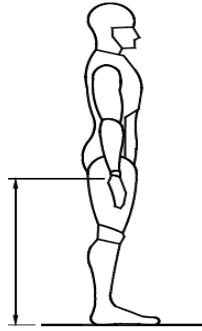
Fuente: NTC 5649, Mediciones básicas del cuerpo humano para diseño tecnológico. Parte 1: definiciones e indicaciones importantes para mediciones corporales.

➤ **Altura de la entrepierna**

Descripción. Distancia vertical desde el suelo hasta el punto a la parte distal de la rama inferior del pubis.

Método. En un principio el sujeto se sitúa de pie con las piernas separadas 100 mm como máximo; el brazo móvil del instrumento de medida se coloca contra la superficie interior del muslo de manera que, cuando se empuje hacia arriba, presione suavemente el hueso púbico. A continuación el sujeto cierra las piernas y permanece completamente erguido durante la medida.

Figura 7. Medición de la altura de la entrepierna



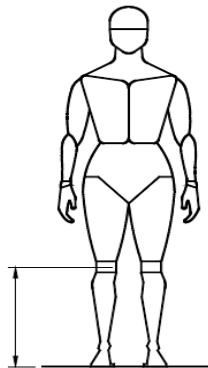
Fuente: NTC 5649, Mediciones básicas del cuerpo humano para diseño tecnológico. Parte 1: definiciones e indicaciones importantes para mediciones corporales.

➤ **Altura de la tibia**

Descripción. Distancia vertical desde el suelo hasta el punto.

Método. El sujeto se sitúa de pie, totalmente erguido y con los pies juntos.

Figura 8. Medición de la altura de la tibia



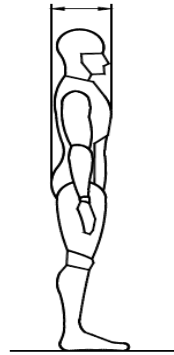
Fuente: NTC 5649, Mediciones básicas del cuerpo humano para diseño tecnológico. Parte 1: definiciones e indicaciones importantes para mediciones corporales.

➤ **Espesor del cuerpo, de pie**

Descripción. Máximo espesor del cuerpo.

Método. El sujeto se sitúa de pie, totalmente erguido, con la espalda contra una pared, los pies juntos y los brazos colgando libremente hacia abajo.

Figura 9. Medición del espesor del cuerpo, de pie



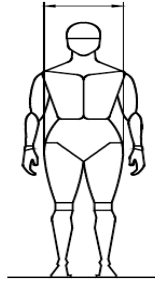
Fuente: NTC 5649, Mediciones básicas del cuerpo humano para diseño tecnológico. Parte 1: definiciones e indicaciones importantes para mediciones corporales.

➤ **Anchura de caderas, de pie**

Descripción. Distancia horizontal máxima entre caderas.

Método. El sujeto se sitúa de pie, erguido y con los pies juntos. La medida se toma sin presionar contra el músculo de las caderas.

Figura 10. Medición de la anchura de caderas, de pie



Fuente: NTC 5649, Mediciones básicas del cuerpo humano para diseño tecnológico. Parte 1: definiciones e indicaciones importantes para mediciones corporales.

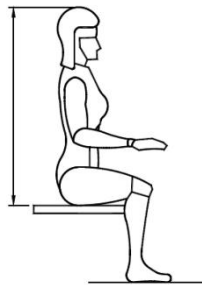
4.1.3. Medidas tomadas con el sujeto sentado.¹⁴

➤ Altura sentado (erguido)

Descripción. Distancia vertical desde una superficie de asiento horizontal hasta el punto más alto de la cabeza (vértex).

Método. El sujeto se sitúa sentado, totalmente erguido, con los muslos perfectamente apoyados y las piernas colgando libremente. La cabeza orientada según el plano de Frankfurt.

Figura 11. Medición de la altura sentado (erguido)



Fuente: NTC 5649, Mediciones básicas del cuerpo humano para diseño tecnológico. Parte 1: definiciones e indicaciones importantes para mediciones corporales.

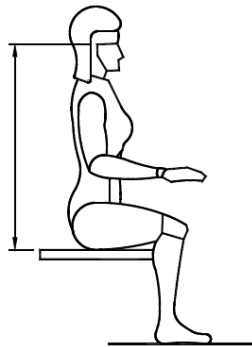
¹⁴NTC 5649, Mediciones básicas del cuerpo humano para diseño tecnológico. Parte 1: definiciones e indicaciones importantes para mediciones corporales.

➤ **Altura de los ojos, sentado**

Descripción. Distancia vertical desde una superficie de asiento horizontal hasta el vértice exterior del ojo.

Método. El sujeto se sitúa sentado, totalmente erguido, con los muslos perfectamente apoyados y las piernas colgando libremente. La cabeza orientada según el plano de Frankfurt.

Figura 12. Medición de la altura de los ojos, sentado



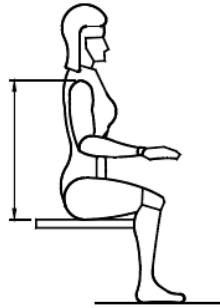
Fuente: NTC 5649, Mediciones básicas del cuerpo humano para diseño tecnológico. Parte 1: definiciones e indicaciones importantes para mediciones corporales.

➤ **Altura de los hombros, sentado**

Descripción. Distancia vertical desde una superficie de asiento horizontal hasta el acromion.

Método. El sujeto se sitúa sentado, totalmente erguido, con los muslos perfectamente apoyados y las piernas colgando libremente. Los hombros relajados y los brazos colgando libremente.

Figura 13. Medición de la altura de los hombros, sentado



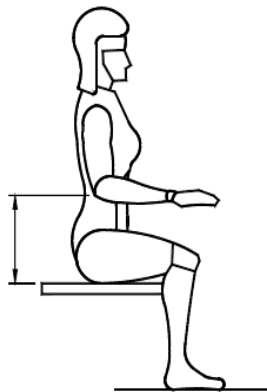
Fuente: NTC 5649, Mediciones básicas del cuerpo humano para diseño tecnológico. Parte 1: definiciones e indicaciones importantes para mediciones corporales.

➤ **Altura del codo, sentado**

Descripción. Distancia vertical desde una superficie de asiento horizontal hasta el punto óseo más bajo del codo flexionado en ángulo recto, con el antebrazo horizontal.

Método. El sujeto se sitúa sentado, totalmente erguido, con los muslos perfectamente apoyados y las piernas colgando libremente. Los brazos colgando libremente hacia abajo y los antebrazos en posición horizontal.

Figura 14. Medición de la altura del codo, sentado



Fuente: NTC 5649, Mediciones básicas del cuerpo humano para diseño tecnológico. Parte 1: definiciones e indicaciones importantes para mediciones corporales.

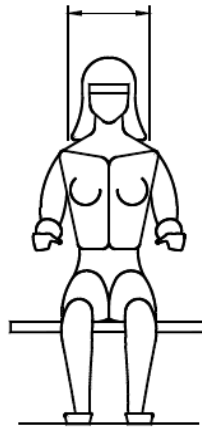
➤ **Achura de hombros (biacromial)**

Descripción. Distancia, en línea recta, entre ambos acromiones.

Método. El sujeto se sitúa sentado o de pie, completamente erguido y con los hombros relajados.

Instrumento. Pie de rey grande o compás de espesores grande.

Figura 15. Medición de la anchura de hombros (biacromial)



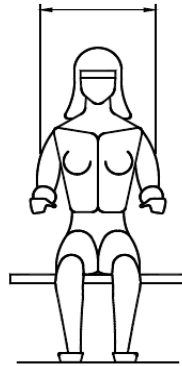
Fuente: NTC 5649, Mediciones básicas del cuerpo humano para diseño tecnológico. Parte 1: definiciones e indicaciones importantes para mediciones corporales.

➤ **Achura de hombros (bideltóide)**

Descripción. Distancia entre las máximas protuberancias laterales de los músculos deltoides derecho e izquierdo.

Método. El sujeto se sitúa sentado o de pie, completamente erguido y con los hombros relajados.

Figura 16. Medición de la anchura de hombros (bidelttoide)



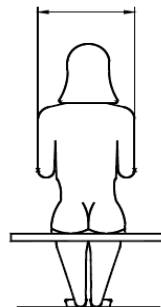
Fuente: NTC 5649, Mediciones básicas del cuerpo humano para diseño tecnológico. Parte 1: definiciones e indicaciones importantes para mediciones corporales.

➤ **Achura de codos**

Descripción. Distancia máxima horizontal entre las superficies laterales de la región de los codos.

Método. El sujeto se sitúa sentado o de pie, erguido, con los brazos colgando hacia abajo y tocando ligeramente los costados del cuerpo. Los antebrazos extendidos horizontalmente y paralelos uno al otro y al suelo. La medida se toma sin presionar en los codos.

Figura 17. Medición de la anchura de codos



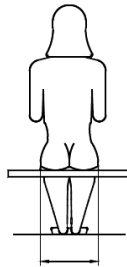
Fuente: NTC 5649, Mediciones básicas del cuerpo humano para diseño tecnológico. Parte 1: definiciones e indicaciones importantes para mediciones corporales.

➤ **anchura de caderas, sentado**

Descripción. Anchura del cuerpo medida en la parte más ancha de las caderas.

Método. El sujeto se sitúa sentado, con los muslos totalmente apoyados, las piernas colgando libremente y las rodillas juntas. La medida se toma sin presionar las caderas.

Figura 18. Medición de la anchura de caderas, sentado



Fuente: NTC 5649, Mediciones básicas del cuerpo humano para diseño tecnológico. Parte 1: definiciones e indicaciones importantes para mediciones corporales.

➤ **Altura de la rodilla**

Descripción. Distancia vertical desde el suelo hasta el punto más elevado del borde superior de la rótula (patella).

Método. El sujeto se sitúa sentado, erguido, con las rodillas dobladas en ángulo recto y los pies apoyados horizontalmente en el suelo.

Figura 19. Medición de la altura de la rodilla



Fuente: NTC 5649, Mediciones básicas del cuerpo humano para diseño tecnológico. Parte 1: definiciones e indicaciones importantes para mediciones corporales.

4.1.3. Gasto energético y capacidad de trabajo físico. Todas las sustancias nutritivas que se absorben desde el aparato digestivo hacia la sangre tiene como cometido fundamental el de proporcionar al organismo la energía suficiente para que pueda realizar de la forma más eficaz y con el menor coste posible, todas sus funciones y, además, para proporcionarle el material constitutivo que necesita para ir reponiendo las propias pérdidas que se producen durante el desarrollo de estas funciones.

- **Consumo de oxígeno (VO_2).** El consumo de oxígeno (expresado habitualmente como VO_2) refleja, sencillamente, la cantidad de oxígeno que utiliza o consume el organismo. En reposo, el consumo de oxígeno es de aproximadamente 3,5 mililitros de oxígeno por kilogramo de peso y por minuto (3,5 ml/kg/min), de manera que una persona de 75 kilogramos consume aproximadamente $3,5 \times 75 = 262,5$ mililitros de oxígeno por minuto en reposo, lo que representa cerca de 400 litros de oxígeno cada día.

El consumo de oxígeno se relaciona directamente con las necesidades de energía, de forma que al hacer ejercicio el organismo necesita más oxígeno para la obtención metabólica de energía, a partir de los sustratos energéticos (azúcares y grasas): a mayor demanda de energía, mayor consumo de oxígeno. Así, el consumo de oxígeno en deportistas puede alcanzar valores máximos tan elevados como 80 ml/kg/min, es decir, casi 23 veces el valor de reposo. Para entender los factores fisiológicos que intervienen en el consumo de oxígeno podemos recordar el ciclo del oxígeno: desde las vías respiratorias pasa a la sangre y se transporta a los tejidos (donde participa en la obtención de energía dentro de la mitocondria). El dióxido de carbono producido por el metabolismo celular es transportado siguiendo el camino inverso hasta los pulmones para su eliminación.

- **Metabolismo basal “Cómo se calcula el metabolismo basal”.** Las necesidades de energía de cualquier ser vivo se calcula como la suma de varios componentes. A la energía requerida por el organismo en reposo absoluto y a temperatura constante se le llama Tasa de Metabolismo Basal (TMB), que es la mínima energía que necesitamos para mantenernos vivos. Como ejemplos de consumo basal más significativo, está el recambio celular (constantemente mueren células que han de ser sustituidas), la formación de sustancias como hormonas, jugos gástricos, etc. Los órganos no cesan su actividad: el corazón late las 24 horas del día, el riñón no interrumpe la formación de orina, etc.

La tasa metabólica depende de factores como el peso corporal, la relación entre masa de tejido magro y graso, la superficie externa del cuerpo, el tipo de piel o incluso la aclimatación a una determinada temperatura externa. Los niños tienen tasas metabólicas muy altas (mayor relación entre superficie y masa corporal), mientras que los ancianos la tienen más reducida. También es algo más baja en las mujeres que en los hombres (mayor cantidad de grasa en la piel). Por otro lado, si se somete a una dieta pobre en calorías o a un ayuno prolongado, el organismo hace descender notablemente la energía consumida en reposo para hacer durar más tiempo las reservas energéticas disponibles, pero si estamos sometidos a estrés, la actividad hormonal hace que el metabolismo basal aumente. Si en vez de estar en reposo absoluto desarrollamos alguna actividad física, nuestras necesidades energéticas aumentan. A este factor se le denomina "energía consumida por el trabajo físico", y en situaciones extremas puede alcanzar picos de hasta cincuenta veces la consumida en reposo.

- **Tasa metabólica basal (TMB).** La TMB es la cantidad de calorías que el cuerpo necesita para operar en su nivel básico, es decir en reposo. Representa a la vez una buena manera de saber cuántas calorías se quema sin hacer ningún tipo de ejercicio complementario.
- **Ecuación De Harris Benedict.** La ecuación de Harris-Benedict una ecuación empírica para calcular el metabolismo basal de una persona en función de su peso corporal, estatura y edad y es utilizado en conjunto con factores de actividad física para calcular la recomendación de consumo diario de calorías para un individuo.

Varones	$\text{TMB (kcal)} = 66 + 13,7P + 5T - 6,8E$ $\text{TMB (kJ)} = 278 + 57,5P + 20,92T - 28,37E$
Mujeres	$\text{TMB (kcal)} = 655 + 9,6P + 1,8T - 4,7E$ $\text{TMB (kJ)} = 2.741 + 40,0P + 7,74T - 19,58E$
P = peso (kg); T = talla (cm); E = edad (años)	

➤ **Test Del Escalón (McArdle)**

- **Cálculos:**

- **Duración:** 3 minutos

Es necesario entrenar la cadencia del paso antes de empezar la prueba para que la toma de datos sea correcta

- **Cadencia:** 22 pasos/min para mujeres
24 pasos/min para hombres

- **Altura del paso:** 16.25 pulgadas 1 Pulgada Aproximadamente 2.54 Cm
41.27 cm

- **Toma del Pulso cardiaco:** Lecturas de 15 segundos tomadas entre 5 y 20 segundos después del ejercicio. (Este valor no es necesario sacarlo ya que este es proporcionado por el pulsometro). Estudios (McArdle, Katch, Pechar, Jackson, & Ruck, 1972; McArdle, Pechar, Katch, & Magel, 1973) han estimado el consumo máximo de oxígeno basado en el ritmo cardiaco después del ejercicio en el test del escalón de 3 minutos, la cantidad de oxígeno máximo consumido puede derivarse de las siguientes ecuaciones:

Hombres:

$$VO_{2max}(ml \times Kg^{-1} \times min^{-1}) = 111.33 - (0.42 \times HR)$$

Mujeres:

$$VO_{2max}(ml \times Kg^{-1} \times min^{-1}) = 65.81 - (0.1847 \times HR)$$

HR: Ritmo Cardiaco (Obtenido del pulsometro)

Cuadro 1. Normas por edad y genero para predecir el consumo máximo de oxígeno.

CATEGORIA	EDAD	18-25		26-35		36-45		46-55		56-65		>65	
	GENERO	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
EXCELENTE		≥63	≥58	≥58	≥54	≥53	≥46	≥47	≥42	≥43	≥38	≥38	≥33
BUENO		53-62	48-57	50-57	46-53	44-52	39-45	40-46	35-41	37-42	32-37	33-37	28-32
PORENCIMA DEL PROMEDIO		47-51	42-47	44-49	40-45	40-53	34-38	35-39	31-34	33-36	28-31	29-32	25-27
PROMEDIO		43-46	39-41	40-43	35-39	35-39	31-33	32-34	28-30	30-32	25-27	25-28	22-24
DEBAJODELPROMEDIO		38-42	34-38	35-39	31-34	32-34	28-30	29-31	25-27	26-29	22-24	22-24	20-21
MALO		31-37	29-33	31-34	26-30	27-31	23-37	26-28	21-24	22-25	19-21	20-21	17-19
MUY MALO		≤30	≤28	≤30	≤25	≤26	≤22	≤25	≤19	≤21	≤18	≤19	≤16

Fuente: Adaptada de: Source; Golding, L.A., C.R. Myers, and W.E. Sinning, (eds.). Y's Way to Physical Fitness: The complete Guide to Fitness Testing and instruction, Ed. 3. Champaign, Ill; Human Kinetics Books, 1989

Ejemplo:

HR: 140

VO2ml= $111.33 - (0.42 \cdot 140) = 52.53 \text{ml}$

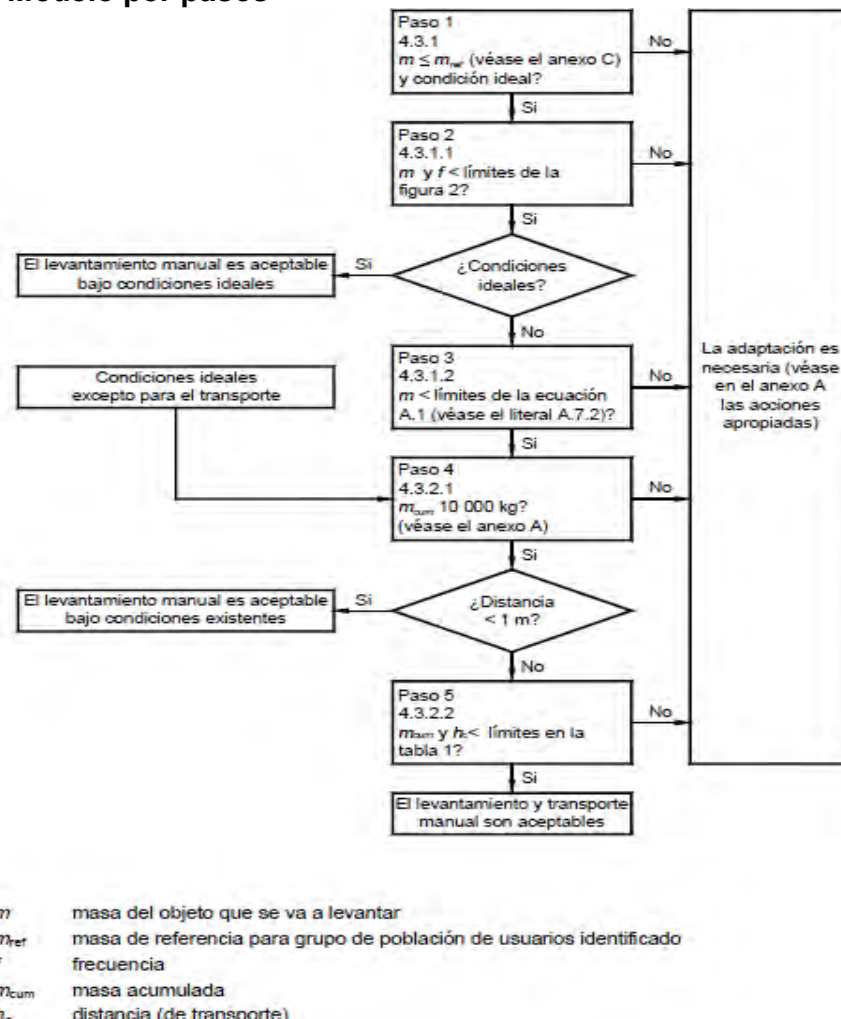
VO2ml= $65.81 - (0.1847 \cdot 140) = 39.95 \text{ml}$

Tanto para hombre como para mujer el VO2 es excelente.

4.1.4. Manipulación manual de carga. En aquellos casos donde no se puede evitar el levantamiento y transporte manual, se debería realizar una evaluación de riesgos para la salud y la seguridad teniendo en cuenta la masa del objeto, el agarre del objeto, la posición del objeto en relación con la posición del cuerpo y la frecuencia y duración de una tarea específica. Se puede realizar la evaluación del riesgo con un modelo por pasos. En cada paso, el evaluador debe juzgar los riesgos relacionados en las diversas tareas.

Si se exceden los límites recomendados, se deberían tomar medidas para evitar que la tarea se realice manualmente o adaptar la tarea de manera tal que se satisfagan todas las preguntas del modelo por pasos de la NTC 5693-1. El objetivo principal de la reducción del riesgo es tomar medidas para mejorar el diseño de las operaciones de manipulación manual, la tarea, el objeto y el ambiente de trabajo en relación con las características de los individuos, según resulte apropiado. No se debería suponer que el solo suministro de información y capacitación garanticen la manipulación segura.¹⁵

Figura 20. Modelo por pasos



Fuente:NTC 5693-1, Ergonomía. Manipulación Manual. Parte 1: LEVANTAMIENTO Y TRANSPORTE.

¹⁵NTC 5693-1, Ergonomía. Manipulación Manual. Parte 1: LEVANTAMIENTO Y TRANSPORTE.

- **Paso 1.** Un análisis inicial de levantamiento manual no repetitivo en condiciones ideales requiere la determinación de la masa del objeto. En la cuadro 2 se presenta el límite recomendado para la masa del objeto.

Cuadro 2. Masa de referencia para diferentes poblaciones.

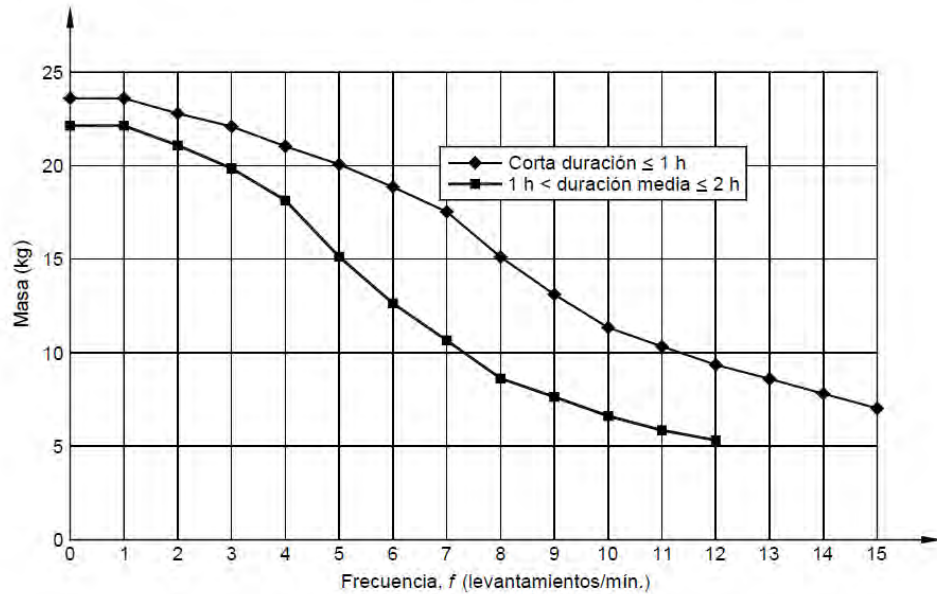
Campo de aplicación	m _{ref} kg	Porcentaje de población de usuarios protegida			Grupo de población	
		M y H ^a	M	H		
Uso no ocupacional	5	Datos no disponibles			Niños y adultos mayores	Población total
	10	99	99	99	Población doméstica en general	
Uso profesional	15	95	90	99	Población trabajadora en general, incluidos jóvenes y adultos	Población trabajadora en general
	20					
	23	85	70	95	Población trabajadora adulta	
	25					
30	Véase Nota			Población trabajadora especializada	Población trabajadora especializada bajo circunstancias especiales	
35						
40						
NOTA. Circunstancias especiales. Si bien se deben hacer todos los esfuerzos para evitar actividades de manipulación manual o reducir los riesgos a los niveles más bajos posibles, pueden haber circunstancias excepcionales donde la masa de referencia puede exceder los 25 kg (por ej. donde no existen desarrollos o intervenciones tecnológicas suficientemente avanzados). En estas circunstancias excepcionales, se debe dar mayor atención y consideración a la educación y capacitación del individuo (por ej. conocimiento especializado en relación con la identificación de riesgos y la reducción de riesgos), las condiciones laborales que prevalecen y las capacidades del individuo.						
^a M: Mujer; H: Hombre						

Fuente: NTC 5693-1, Ergonomía. Manipulación Manual. Parte 1: LEVANTAMIENTO Y TRANSPORTE.

$m \leq m_{ref}$ Si esta condición se cumple podemos continuar con el Paso 2, es importante hacer un análisis de la relación entre las condiciones de la población trabajadora y la masa de referencia.

- **Paso 2.** Se evalúa la manipulación manual teniendo en cuenta la frecuencia de levantamiento y la masa de la carga, en la figura 21 se presenta el límite superior recomendado de frecuencia para levantamiento manual repetitivo en condiciones ideales, teniendo en cuenta la masa del objeto, la figura 21 contiene gráficos para duraciones de levantamientos menores o iguales a 1 h por día y duraciones de 1 h a 2 h por día respectivamente. La frecuencia de levantamiento máxima absoluta es de 15 levantamientos por minuto. En este caso, la duración total de levantamientos no debe exceder 1 h por día y la masa del objeto no debe exceder los 7 kg. Para levantamiento manual repetitivo en las condiciones ideales, el Paso 2 debería ser suficiente, de otra manera se debe continuar con el paso 3.

Figura 21. Frecuencia máxima para levantamiento manual en relación con la masa del objeto en condiciones ideales para dos duraciones de levantamiento diferentes.



Fuente: NTC 5693-1, Ergonomía. Manipulación Manual. Parte 1: LEVANTAMIENTO Y TRANSPORTE.

- **Paso 3.** En este paso es necesario evaluar la masa de la carga con los límites de la Ecuación 3:

$$m \leq m_{ref} \times h_M \times v_M \times d_M \times \alpha_M \times f_M \times c_M \quad \text{Ecuación 3}$$

Si $m < \text{límites de la Ecuación 1}$ se debe continuar con el paso 4

Donde

m_{ref} es la masa de referencia.

h_M es el multiplicador de distancia horizontal

$$h_M = \frac{0,25}{h}$$

si $h \leq 0,25$ entonces $h_M = 1$

si $h > 0,63$ entonces $h_M = 0$

v_M es el multiplicador de ubicación vertical

$$v_M = 1 - 0,3 \times |0,75 - v|$$

si $v > 1,75$ entonces $v_M = 0$

si $v < 0$ entonces $v_M = 0$

d_M es el multiplicador de desplazamiento vertical

$$d_M = 0,82 + \frac{0,045}{d}$$

si $d > 1,75$ entonces $d_M = 0$

si $d < 0,25$ entonces $d_M = 1$

α_M es el multiplicador de asimetría

$$\alpha_M = 1 - 0,0032 \times \alpha$$

si $\alpha > 135^\circ$ entonces $\alpha_M = 0$

f_M es el multiplicador de frecuencia

Cuadro 3. Valores de multiplicador de frecuencia

Frecuencia de levantamiento número de levantamientos/min	Valores de f_M					
	$t_L \leq 1h$		$1h < t_L \leq 2h$		$2h < t_L \leq 8h$	
	$v < 0,75 m$	$v \geq 0,75 m$	$v < 0,75 m$	$v \geq 0,75 m$	$v < 0,75 m$	$v \geq 0,75 m$
$\leq 0,2$	1,00	1,00	0,95	0,95	0,85	0,85
0,5	0,97	0,97	0,92	0,92	0,81	0,81
1	0,94	0,94	0,88	0,88	0,75	0,75
2	0,91	0,91	0,84	0,84	0,65	0,65
3	0,88	0,88	0,79	0,79	0,55	0,55
4	0,84	0,84	0,72	0,72	0,45	0,45
5	0,80	0,80	0,60	0,60	0,35	0,35
6	0,75	0,75	0,50	0,50	0,27	0,27
7	0,70	0,70	0,42	0,42	0,22	0,22
8	0,60	0,60	0,35	0,35	0,18	0,18
9	0,52	0,52	0,30	0,30	0,00	0,15
10	0,45	0,45	0,26	0,26	0,00	0,13
11	0,41	0,41	0,00	0,23	0,00	0,00
12	0,37	0,37	0,00	0,21	0,00	0,00
13	0,00	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
14	0,00	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00
15	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00
> 15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fuente: NTC 5693-1, Ergonomía. Manipulación Manual. Parte 1: LEVANTAMIENTO Y TRANSPORTE.

C_M es el multiplicador de acoplamiento para la calidad de agarre

Bueno: si el objeto puede agarrarse alrededor con la mano de manera confortable las manijas o muescas de agarre manual del objeto sin que tengan desviaciones significativas de la postura neutra de la muñeca, o el objeto mismo, sin causar alrededor de la muñeca, excesivas o posturas incómodas.

Aceptable: si el objeto tiene manijas o muescas que no cumplen con los criterios de buena calidad de agarre o si el objeto mismo puede asirse con un agarre en el que la mano puede flexionarse alrededor de 90 grados.

Deficiente: Si los criterios de calidad buena aceptable no se cumplen.

CUADRO 4. Valores de multiplicador de acople para la calidad de agarre

Calidad de agarre	Valores de C_M	
	Altura < 0,75 m	Altura \geq 0,75 m
Buena	1,00	1,00
Aceptable	0,95	1,00
Deficiente	0,90	0,90

Fuente: NTC 5693-1, Ergonomía. Manipulación Manual. Parte 1: LEVANTAMIENTO Y TRANSPORTE.

- **Paso 4.** Se determina la masa acumulada m_{cum} que es el producto de la frecuencia de levantamientos por el peso del objeto manipulado, y se evalúa si la masa acumulada es de 10.000kg teniendo en cuenta los límites de masa acumulada mostrada en la cuadro 5.

CUADRO 5. Límites recomendados para masa acumulada en relación con la distancia de transporte (para población trabajadora general) unidades en si

Distancia de transporte (m)	Frecuencia transporte $f_{m\acute{a}x}$ min ⁻¹	Masa acumulada $m_{m\acute{a}x}$			Ejemplos de producto $m.f$
		kg/min	kg/h	kg/8 h	
20	1	15	750	6 000	5 kg x 3 veces/min 15 kg x 1 vez/min 25 kg x 0,5 veces/min
10	2	30	1 500	10 000	5 kg x 6 veces/min 15 kg x 2 veces/min 25 kg x 1 vez/min
4	4	60	3 000	10 000	5 kg x 12 veces/min 15 kg x 4 veces/min 25 kg x 1 vez/min
2	5	75	4 500	10 000	5 kg x 15 veces/min 15 kg x 5 veces/min 25 kg x 1 vez/min
1	8	120	7 200	10 000	5 kg x 15 veces/min 15 kg x 8 veces/min 25 kg x 1 vez/min

NOTA 1 En el cálculo de la masa acumulada, se emplea una masa de referencia de 15 kg y una frecuencia de transporte de 15 veces/min para la población laboral en general.
NOTA 2 La masa acumulada total de levantamiento y transporte manual nunca debe exceder los 10 000 kg/día, cualquiera que sea la duración diaria de trabajo.
NOTA 3 La referencia de 23 kg está incluida en la masa de 25 kg.

Fuente: NTC 5693-1, Ergonomía. Manipulación Manual. Parte 1: LEVANTAMIENTO Y TRANSPORTE.

Si esto se cumple bajo condiciones ideales la manipulación manual es aceptable, de lo contrario es necesario la adaptación del puesto de trabajo.

4.1.5. Variables del peligro

- **Fuerza.** Se emplean fuerzas iniciales para superar la inercia del objeto, cuando se inicia o se cambia la dirección del movimiento. Las fuerzas sostenidas son aquellas empleadas para mantener el movimiento del objeto. Por lo general, las fuerzas iniciales son mayores que las sostenidas y, por lo tanto, deben mantenerse en el mínimo. Se debe evitar la frecuente iniciación, detención y maniobra del objeto. Se deben aplicar ejercicios de fuerza continuos suaves en el objeto, evitando movimientos bruscos y de larga duración; se debe evitar las fuerzas sostenidas puesto que incrementan el riesgo de fatiga muscular localizada o del cuerpo entero.
- **Postura.** La capacidad de ejercer una fuerza se determina en gran medida por la postura que una persona adopta. Las posturas difíciles (forzadas, mantenidas, prolongadas, anti gravitacionales, entre otras), con frecuencia conducen a disminución de las capacidades para ejercer fuerzas y a un riesgo incrementado de lesión debido a grandes cargas que se ejercen en las articulaciones o segmentos del cuerpo. El operador debe adoptar una postura cómoda y natural al aplicar ya sea las fuerzas de empuje / halar iniciales o sostenidas. El operador debe ejercer la fuerza con una postura estable y equilibrada que permita la aplicación del peso de su cuerpo a la carga y minimice así las fuerzas que actúan en la espalda (es decir, la carga compresiva espinal y las fuerzas tangenciales sagital o lateral) y los hombros. Se deben evitar las posturas de rotación, inclinación lateral o flexión del tronco ya que incrementan el riesgo de lesión. La carga en los brazos y hombros se ve influenciada por la postura en relación con la fuerza aplicada, que también se ve influenciada por la posición de las manos. Por lo tanto, la posición de las manos no debe ser demasiado alta ni demasiado baja y las manos no deben estar tan cerca entre sí. Además, los codos deben mantenerse bajos.
- **Frecuencia y duración.** Al empujar y halar, se debe considerar tanto la frecuencia como la duración de la fuerza aplicada. Se debe evitar ejercer fuerzas de larga duración (por ej. por medio de ayudas mecánicas) a fin de limitar/evitar los efectos de la fatiga muscular. Ejercicios de fuerza bastante repetitivos causan mayor frecuencia de fuerzas iniciales y se deben evitar.
- **Distancia.** Las distancias en las cuales los operadores mueven los objetos pueden ir desde varios pasos (1 m ó 2 m) hasta muchos metros. Las distancias largas acopladas con grandes fuerzas y movimientos frecuentes pueden ser fatigantes para los operadores. Entre más larga sea la distancia, más fatigante puede ser el movimiento para un nivel de ejercicio de fuerza determinado. Las

distancias largas podrían involucrar múltiples movimientos correctivos de parte del operador, alterando la trayectoria del objeto e incrementando así las demandas de fuerza y la exposición del operador a cualquier peligro impuesto por el ambiente laboral.

- **Características del objeto.** Se debe optimizar la maniobrabilidad del objeto. Si el objeto se encuentra sobre ruedas/rodachines, estos deben ser adecuados para el objeto (es decir, de material y diámetro apropiado) y mantenerse en buen estado. Para objetos sin ruedas o rodachines, se debe reducir la fricción (por ej. se deben considerar superficies con propiedades friccionales bajas o rodillos). Se debe aplicar la fuerza contra el objeto de manera conveniente y segura (por ej. deben proveerse manijas cuando resulte apropiado). Un objeto que restringe la visibilidad del operador presenta peligros especiales cuando se empuja. En estas situaciones puede ser preferible halar el objeto. Es aconsejable emplear agarraderas verticales largas, cuando sea posible, a fin de dar a los operarios la oportunidad de agarrar a su altura preferida.

4.2. MARCO LEGAL

El marco legal está dado por lineamientos constitucionales:

DECRETO 1295 DE 1994: El cual determina la organización administración del sistema general de riesgos profesionales. **Comentario:** La Ley 1562 de 2012 modifica el nombre del Sistema General de Riesgos Profesionales. Ahora pasa a llamarse: Sistema General de Riesgos Laborales.

RESOLUCIÓN 2400 DE 1997: Ministerio de trabajo, establece el reglamento general de seguridad e higiene industrial.

LEY 1562-2012: por la cual se modifica el Sistema de Riesgos Laborales y se dictan otras disposiciones en materia de Salud Ocupacional.

DECRETO 34 DE 2013: Por el cual se reglamenta parcialmente el artículo 32 de la Ley 1562 de 2012.

LEY 1295 DE 1994: Organización y administración Sistema de Riesgos Profesionales. **Comentario:** La Ley 1562 de 2012 modifica el nombre del Sistema General de Riesgos Profesionales. Ahora pasa a llamarse: Sistema General de Riesgos Laborales.

RESOLUCIÓN 8321 DE 1983: Protección y conservación de la audición, salud y bienestar de las personas.

RESOLUCIÓN 0541 DE 1994: Cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición escombros, materiales, concreto y agregados sueltos de construcción; demolición, capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación.

5. OBJETIVOS

5.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar las prácticas y guías de laboratorio de: movimiento, transporte, empuje y tracción de cargas; relaciones corporales antropometría; gasto energético para el Programa de Maestría de Higiene y Seguridad Industrial de la Universidad Autónoma de Occidente, según a las capacidades y recursos en existentes y los requerimientos del programa de maestría.

5.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Identificar y describir las necesidades de aprendizaje para establecer los objetivos y el alcance de cada una de las prácticas, con el fin de determinar el contenido y la metodología a seguir en cada una.

- Diseñar las prácticas y guías de laboratorio acorde a los objetivos definidos, capacidades y recursos existentes para aprovechar al máximo el potencial de desarrollo que pueda lograrse.

- Implementar las prácticas de laboratorio evaluando la viabilidad y eficacia de cada práctica diseñada, con el fin de identificar falencias y posibles mejoras que deban ser incluidas.

6. METODOLOGIA

La práctica de laboratorio es el tipo de clase que tiene como objetivos fundamentales que los alumnos adquieran las habilidades propias de los métodos de la investigación científica, amplíen, profundicen, consoliden, generalicen y comprueben los fundamentos teóricos de la disciplina mediante la experimentación. De acuerdo a su concepción inicial, le corresponde la función principal del desarrollo de destrezas experimentales.

El diseño de las prácticas se realizará utilizando el recurso humano disponible en la Universidad, ya que actualmente tiene a su disposición profesores expertos que pueden ofrecer información y proponer ideas referentes al contenido, alcance y objetivos de las prácticas, es decir establecer una metodología y contenidos de las prácticas con base en el plan de estudios y de las ideas obtenidas en la investigación a expertos.

Para llevar a cabo el proyecto, se debe de obtener información por medio de los profesores o expertos involucradas en la maestría de higiene y seguridad industrial, esto se hará, asistiendo previamente a las prácticas de laboratorios actuales, de la especialización de higiene y seguridad industrial, para tener una vivencia previa de la realización de experimentos, luego se debe establecer una metodología de búsqueda de información sobre los temas y contenidos definidos por los expertos con el nivel de investigación necesario para un programa de maestría, al igual que se deben realizar visitas a los laboratorios para evaluar el potencial de desarrollo que pueda lograrse y observar las herramientas disponibles para la realización de las prácticas, además de esto conocer la disposición de los espacios de laboratorio.

Para alcanzar los objetivos específicos planteados en este proyecto se trabajara en 3 etapas en las cuales en cada una se trabaja una guía, así:

6.1. REALIZAR REUNIONES CON EXPERTOS PARA DETERMINAR EL CONTENIDO, OBJETIVOS Y ALCANCE, DE LAS PRÁCTICAS DE GASTO ENERGÉTICO Y MOVIMIENTO DE CARGA.

En esta etapa del proyecto, se pretende realizar un estudio exploratorio, el cual consiste en hablar con el profesor responsable de la práctica, acerca del contenido los objetivos, y de que metodología es necesaria para cumplir estos objetivos.

Se asistirá a las prácticas actuales de la especialización de higiene y seguridad industrial, específicamente en la asignatura de ingeniería ergonómica con el fin de identificar las necesidades de información y determinar el contenido necesario para el diseño de las prácticas y guías de laboratorio para la maestría, teniendo en cuenta, que el nivel de investigación debe ser mayor que en la especialización. Se realizarán diferentes reuniones con el director de proyecto, director de la maestría, y demás involucrados, donde se evaluará la viabilidad y certeza de la información además de evaluar cada paso.

Con la información recolectada e investigada se buscará asesoría por parte del director de proyecto, para filtrar la información e identificar cuál es de mayor importancia, además de filtrar la información se propondrán ideas, de nuevas prácticas de laboratorio posiblemente viables según la disponibilidad física y la necesidad de enseñanza de los profesores de la maestría.

Como resultado de lo anterior tendríamos el diseño de las prácticas de gasto energético y movimiento de carga para la maestría de Higiene y Seguridad Industrial.

6.2. REALIZAR REUNIONES CON EXPERTOS PARA DETERMINAR EL CONTENIDO, OBJETIVOS Y ALCANCE, DE LAS PRÁCTICAS DE ANTROPOMETRÍA.

En esta etapa del proyecto, se pretende realizar un estudio exploratorio similar al de la etapa anterior, ya que las prácticas de laboratorio que se realizan en la asignatura de ingeniería ergonómica de la especialización, son de similar objetivo por esto se asistirán a las prácticas programada para consultar al profesor encargado y tener una base para proponer sobre estas, los objetivos y contenido de las prácticas de la maestría.

Como resultado en esta etapa tendríamos el diseño de las prácticas de Antropometría, para la maestría de Higiene y Seguridad Industrial.

6.3. IMPLEMENTAR Y DEMOSTRAR POR MEDIO DE LA EXPERIMENTACIÓN LA VIABILIDAD Y EFICACIA DE CADA UNA DE LAS PRÁCTICAS DISEÑADAS.

Ya contando con todas las etapas anteriores y con las prácticas y guías diseñadas, se procede a experimentar con estas, con el fin de determinar y evaluar la viabilidad y eficacia de cada una, posiblemente en esta etapa surjan necesidades que deban ser incluidas. Y terminar con la respectiva documentación de las prácticas de laboratorios que han sido diseñadas.

La experimentación de las prácticas estructuradas se realizara con un grupo pequeño de estudiantes y un guía experto que puede ser un profesor de la universidad para asegurarse que los objetivos trazados por las prácticas se cumplan.

7. DESARROLLO DEL TRABAJO

7.1. DETERMINACIÓN DEL GASTO ENERGETICO Y CAPACIDAD DE TRABAJO FISICO

7.1.1. Resumen. Para esta práctica de laboratorio se tuvo en cuenta la opinión de varios expertos en los cuales se coincidió, en realizar una práctica que tuviera la determinación del gasto energético y capacidad de trabajo físico tanto directa como indirectamente, en lo cual se optó por el test del escalón como método indirecto y el método de ergoespirometría como directo.

7.1.2. Introducción. Durante la realización del trabajo, el gasto energético en comparación con la capacidad de trabajo físico es la principal limitante de la actividad diaria. Es importante tener una estimación de las necesidades energéticas cotidianas para el cálculo del balance de la misma. Lo anterior también es importante para determinar con bastante precisión el nivel de actividad física de un individuo o de un grupo de individuos en relación con los intentos para establecer el papel de la actividad física en la salud y en la enfermedad.

Si se diseña un sistema Hombre-Máquina que exija determinado consumo energético al hombre, ignorando cuál es este consumo y la cantidad límite de energía que puede consumir, se habrá diseñado un sistema a ciegas, pues si el consumo energético está por encima de las posibilidades del hombre, éste será incapaz de cumplir habitualmente la tarea, o la cumplirá durante un tiempo hasta que alcance su valor límite o modifique su actividad, consciente o inconscientemente, disminuyendo su ritmo o modificando sus métodos de trabajo, quizás en detrimento de la productividad o de la calidad, lo cual sucede con frecuencia; ése es el momento en que los operarios generan pausas de trabajo encubiertas o disfrazadas.¹⁶

7.1.3. Objetivos

- Comparar resultados con el análisis que se realiza a través de las cuadros contenidas en la norma ISO 8996: 2004 e ISO-7243.
- Proponer medidas para mejorar las condiciones de trabajo disminuyendo el gasto energético.

¹⁶MONDELO, Pedro R; GREGORI, Enrique Y BARRAU, Pedro. Ergonomía 1. Fundamentos. Barcelona: Editores UPC. Ed. 1, 1994.

7.2. MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGA, EMPUJE Y TRACCIÓN DE CARGA

7.2.1. Resumen. Para esta práctica se tuvo en cuenta las NTC 5693-1 y NTC 5693-2. Estas normas especifican los límites recomendados para el levantamiento y transporte manual teniendo en cuenta, la intensidad, frecuencia y la duración de la tarea. Y permiten la evaluación de los riesgos para la salud de la población trabajadora. Así los estudiantes van a poder evaluar diferentes riesgos y analizarlos, de tal manera que mejoren puestos de trabajos.

7.2.2. Introducción. La manipulación manual de cargas es un comienzo de riesgos para los trabajadores, que pueden generar lesiones en muchos casos irreversibles. Las lesiones en músculos, tendones, nervios o articulaciones, con dolores localizados en cuello, brazos y espalda, es frecuente que se produzcan por posturas de trabajo, esfuerzos, movimientos repetidos y manejo de cargas.

Para el estudio de estos riesgos se puede realizar la evaluación por diversos métodos de evaluación teniendo en cuenta los límites recomendados. En esta práctica la mejor solución para conocer si el movimiento manual, el empuje y la tracción de carga es o no excesiva se aplicará el método de la NTC 5693-1 y NTC 5693-2.

7.2.3. Objetivos

- Registrar y analizar la información que se origina de la actividad de manipulación manual, transporte, empuje y levantamiento de carga a partir de las posturas asumidas por el trabajador según posición inicial y final de la carga, la altura de los brazos sosteniendo y moviendo la carga, el nivel de agarre, los movimientos del tronco respecto a la posición de los tobillos y los pesos reales a manipular.
- Evaluar los riesgos por movimiento manual de carga mediante la aplicación del método de la NTC 5693-1 y las cuadros NTC 5693-2.
- Definir medidas de control para la manipulación manual de carga, empuje y tracción de carga teniendo en cuenta los procesos utilizados para la estimación y valoración del riesgo de la NTC 5693-1.

7.2.4. Resultados

- Toma y registro de las variables de la tarea a través de cuadros, donde se identifique y se describa cada una de ellas.
- Asignación de funciones para cada integrante del grupo de trabajo. Se debe evaluar la continuidad del proceso descrito en la metodología. Análisis de los resultados
- Imágenes y descripción de posturas seleccionadas, donde se aprecien las mediciones realizadas.
- Presentación de los valores obtenidos en la aplicación de la metodología descrita en la NTC 5693-1 (Paso 1).
- Presentación de los valores obtenidos en la aplicación de la metodología descrita en la NTC 5693-2 (empuje y tracción de carga).
- Valoración del riesgo analizado.
- Modificaciones del puesto de trabajo teniendo en cuenta las variables de la tarea y las alternativas de control de ingeniería, nueva evaluación del puesto de trabajo una vez realizadas las modificaciones.

7.3. RELACIONES CORPORALES ANTROPOMETRIA

7.3.1. Resumen. Para esta práctica de Antropometría se tuvo en cuenta la NTC 5649, y se tomaron en cuenta no solo las medidas estáticas, sino también las medidas dinámicas, en la que provienen todos los movimientos de una persona cuando realiza una labor.

7.3.2. Introducción. Para un diseño ergonómico es necesario realizar un estudio antropométrico, el cual proporcionara las medidas para el diseño; se debe analizar con mucho cuidado el tipo de medidas a tomar y el error admisible, ya que la precisión y el número total de medidas guarda relación con la viabilidad económica del estudio. El correcto diseño de los puestos de trabajo es de vital importancia en la prevención de enfermedades y accidentes del trabajo. Un puesto de trabajo adecuado a las dimensiones corporales de los trabajadores provoca esfuerzos

innecesarios, fatiga en determinados grupos musculares y a más largo plazo pueden provocar dolencias, en la actualidad es de utilidad realizar las mediciones antropométricas directamente sobre el puesto de trabajo, mientras el colaborador realiza su trabajo.

Es necesario mencionar el concepto de antropometría dinámica, las dimensiones dinámicas o funcionales, son las que se toman a partir de las posiciones de trabajo resultantes del movimiento asociado a ciertas actividades, es decir, tiene en cuenta el estudio de las articulaciones suministrando el conocimiento de la función y posibles movimientos de las mismas y permitiendo valorar la capacidad de la dinámica articular.

Por ejemplo, el límite de alcance del brazo no se corresponde meramente con la longitud del brazo, sino que es más complejo. En realidad, al realizar un movimiento, los distintos segmentos del cuerpo no actúan independientemente, sino se actúan de forma coordinada. Por ejemplo, al mover un brazo, hay que tener en cuenta además de la propia longitud del brazo, el movimiento del hombro, la posible rotación parcial del tronco, e incluso la función a realizar con la mano. Ello hace que la resolución de los problemas espaciales en los sistemas de trabajo sea un tema complejo.

7.3.3. Objetivos

- Identificar y medir las características antropométricas de un grupo de individuos en posiciones antropométricas de pie y sentado.
- Realizar mediciones antropométricas en los puestos de trabajo utilizando el concepto de antropometría dinámica.
- Aplicar correctamente los procedimientos y normas para tomar dimensiones corporales de las personas.
- Calcular los valores medios, la desviación estándar y los percentiles de cada característica antropométrica considerada.
- Evaluar la información respecto a los estudios e investigaciones existentes el comportamiento de las mediciones realizadas.

7.3.4. Resultados

- Conclusiones y recomendaciones del análisis estadístico de las mediciones antropométricas estáticas.
- Exactitud en la toma de datos.
- Investigación sobre el concepto de antropometría dinámica.
- Elaboración de cuadros para la recolección de información.
- Registro de información a través de diagramas e imágenes de los puestos de trabajo.
- Evaluación del puesto de trabajo seleccionado teniendo en cuenta los alcances máximos corporales.
- Conclusiones y recomendaciones sobre el puesto de trabajo seleccionado, teniendo en cuenta las actividades realizadas en este, evaluando los alcances máximos aceptables.
- En la parte de la practica donde se realizan la toma de datos antropométricos dinámicos se deben mostrar cuadros donde se describa cada actividad identificada por los estudiantes cada datos antropométrico debe estar explicado brevemente.

8. CONCLUSIONES

Se logró identificar a través de la experimentación el contenido teórico y la metodología a seguir de cada una de las prácticas desarrolladas, esto se hizo con ayuda de profesores y estudiantes de la especialización de higiene y seguridad industrial. En las reuniones con estos, se recolectó gran información sobre dudas e inquietudes por parte de los estudiantes que ayudaron en la construcción de las guías.

Las prácticas de laboratorio fueron desarrolladas en los laboratorios de Biomecánica, para la práctica de gasto energético, y laboratorio de Medición del trabajo, para las prácticas de Antropometría y manipulación manual de carga, ya que era el único lugar donde se conseguía ubicar varios puestos de trabajo, la ubicación de los puestos de trabajo, se hizo de acuerdo a las necesidades de la práctica, el número de estudiantes y la composición de los grupos de trabajo, fue de gran ayuda los equipos y herramientas ofrecidas por la universidad.

En la práctica de manipulación manual de carga los estudiantes lograron identificar y entender las variables críticas utilizadas en el proceso que sigue la NTC 5693-1, con el fin, de realizar modificaciones de puesto de trabajo que mejoren las condiciones anteriores, se observa que los estudiantes hacen anotaciones y aportes durante la evaluación de la actividad, que permiten la aclaración de preguntas y complementa el proceso de aprendizaje.

Para la práctica de antropometría se introdujo el concepto de antropometría dinámica, con el fin de familiarizar a los estudiantes con la idea de realizar las mediciones directamente sobre el puesto de trabajo, durante el desarrollo de antropometría los estudiantes daban su punto de vista sobre los momentos de trabajo que les parecían críticos, cada uno de ellos variaba en su opinión.

Después de la experiencia adquirida con la investigación y la puesta en marcha de las prácticas con los estudiantes se construyeron las guías de laboratorio, se logró identificar las necesidades de aprendizaje, se implementó la metodología a seguir por parte de los estudiantes.

9. RECOMENDACIONES

- Los instrumentos de medición deben estar correctamente calibrados, se debe tener en cuenta las unidades de medición al momento de recolectar los datos antropométricos.
- Realizar una correcta manipulación de carga, de acuerdo a los rangos aceptables por las normas establecidas.
- No realizar manipulación de carga con un peso superior a los 20 Kilogramos.
- Los estudiantes que van a realizar trabajo físico no deben padecer enfermedades cardiovasculares ni respiratorias.
- Utilizar los elementos de protección necesarios para el desarrollo de cada práctica.
- Tener en cuenta la distribución de los grupos de trabajo y garantizar que las funciones asignadas a cada uno de ellos se cumplan.
- Informar a los estudiantes las fechas programadas para cada práctica.
- Entregar a los estudiantes las normas técnicas colombianas NTC 5693 parte 1, 2 y 3.
- Los datos obtenidos en el desarrollo de los experimentos se deben presentar en cuadros donde se aprecie claramente el contenido.
- Manipular los equipos de laboratorio con el mayor cuidado.

BIBLIOGRAFIA

ACERO, José. Cineantropometría. Fundamentos y procesos. Cali, Colombia: FaidEditores, 2002.160p. ISBN: 958-87142-1-8.

ACERO J. O-SCALE SYSTEM: Bases Teórico-Practicas. Texto guía para orientación de Seminarios talleres en el área de Cineantropometría. Consejo Latino Americano de Ciencias Aplicadas (CLACED). Pamplona-Colombia: 1993.

ÁLVAREZ LLANEZA FRANCISCO J. Ergonomía y psicología aplicada: Manual para la formación del especialista. Editorial Lex Nova, 2007. P. 164

ASTRAND PO. Fisiología del trabajo físico, Bases fisiológicas del ejercicio. Madrid: Editorial MedicaPanamericana; 1992.

COAST, Richard; CROUSE, Stephen; JESSUP, George. Exercise Physiology Videolabs. Ed. Brown y Benchmark.ISBN. 0-697-22395-7

Decretos. "Por el cual se reglamenta el registro calificado de que trata la Ley 1188 de 2008 y la oferta y desarrollo de programas académicos de educación superior".

Decreto N° 1295. Ministerio de educación nacional (presidente de la república de Colombia) 20 de Abril, 2010.

NTC 5693-2, Ergonomía. Manipulación Manual. Parte 2: EMPUJAR Y HALAR.

NTC 5693-1, Ergonomía. Manipulación Manual. Parte 1: LEVANTAMIENTO Y TRANSPORTE.

NTC 3955, Ergonomía. Definiciones y conceptos ergonómicos.

FALZON, Pierre. Manual de Ergonomía. Madrid: Modus Laborandi, S.L. Ed. 1. P. 11-19 2009

FERRINI, Adrián; AVELEYRA Ema E, El desarrollo de prácticas de laboratorio de física básica mediadas por las NTIC's [online]. Bueno Aires, Departamento de Física, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Buenos Aires.

FLORÍA, Pedro Mateo; Gestión de la higiene industrial en la empresa. Madrid: Fundación Confemetal. Ed. 7. P. 29-38

HERNÁNDEZ; MALFAVÓN; FERNANDEZ. Seguridad e higiene industrial. México: Limusa S.A. Ed. 1. P. 9. 2005

ISO 7730, Moderate Thermal Environments.Determination of the PMVG and PPD Indices and Specification of the Conditions for Thermal Comfort.

ISO 11228-1:2003, International Organization For Standardization. Ergonomics.Manual handling. Part 1: Lifting and Carrying, Switzerland, 2003, 30p.

KARLQVIST L, LEIJON O, HARENSTAM A. Physical demands in working life and individual physical capacity. Eur. J. Appl. Physiol 2003.

LANGE, ANDERSON, K. et al. Fundamentals of exercise testing, OMS, Ginebra, 1971.

MAC DOUGALL, J Duncan; WENGER, Howard A y GREEN, Howard J. Evaluación Fisiológica del deportista. 3 ed. España.: Editorial Puidotribo, 2005. P 277.

MARTINEZ OROPESA, Ciro. Manual para prácticas de laboratorios Higiene y Seguridad Industrial. Universidad Nacional de Colombia sede Palmira

MÓNDELO, Pedro R; GREGORI TORADA, Enrique; BLASCO BUSQUETS, Joan; BARRAU BOMBARDÓ, Pedro; ERGONOMÍA 3; Diseño de puestos de trabajo. España: Alfaomega grupo editor, S.A. de C.V. Ed. 2. P. 31-41 2001

MUSSO M, Gabriel; GONZALEZ, José. Importancia de las prácticas de laboratorio en el mundo abstracto del electromagnetismo [en línea]. Universidad de Salta. Disponible en internet <<http://www.caedi.org.ar/pcdi/Area%206/6-452.PDF>>.

NTC 5655, Principios para el diseño ergonómico de sistemas de trabajo.

RAMÍREZ CAVASSA, César. SEGURIDAD INDUSTRIAL; Un enfoque Integral. México: Limusa S.A. Ed. 2. P. 12. 2005

RUBIO ROMERO, Juan Carlos; Manual para la formación de nivel superior en prevención de riesgos laborales. España: Díaz de Santos. Ed. 1. P. 565 2005

SCHAEFER, P., BOOCOOCK M., KAPITANIAK, B., SCHAUB K.H., MEYER F. Push & Pull by ISO 11228/2 Force Limits Adjutable to Age, Gender and Stature Distributions, International Ergonomics Association Conference, CDROM 00905.pdf, Seoul, 2003.

WILMORE, Jack H. Y COSTILL, David L. Fisiología Del Esfuerzo y Del Deporte. España: Paidotribo. Ed.6, 2007.

NTC 5649, Mediciones básicas del cuerpo humano para diseño tecnológico. Parte 1: definiciones e indicaciones importantes para mediciones corporales.

ANEXOS



GUIA DE LABORATORIO

DETERMINACIÓN DEL GASTO ENERGETICO Y CAPACIDAD DE TRABAJO FISICO



INTRODUCCIÓN

Durante la realización del trabajo, el gasto energético en comparación con la capacidad de trabajo físico es la principal limitante de la actividad diaria. Es importante tener una estimación de las necesidades energéticas cotidianas para el cálculo del balance de la misma. Lo anterior también es importante para determinar con bastante precisión el nivel de actividad física de un individuo o de un grupo de individuos en relación con los intentos para establecer el papel de la actividad física en la salud y en la enfermedad.

Si se diseña un sistema Hombre-Máquina que exija determinado consumo energético al hombre, ignorando cuál es este consumo y la cantidad límite de energía que puede consumir, se habrá diseñado un sistema a ciegas, pues si el consumo energético está por encima de las posibilidades del hombre, éste será incapaz de cumplir habitualmente la tarea, o la cumplirá durante un tiempo hasta que alcance su valor límite o modifique su actividad, consciente o inconscientemente, disminuyendo su ritmo o modificando sus métodos de trabajo, quizás en detrimento de la productividad o de la calidad, lo cual sucede con frecuencia; ése es el momento en que los operarios generan pausas de trabajo encubiertas o disfrazadas.¹⁷

¹⁷MONDELO, Pedro R; GREGORI, Enrique Y BARRAU, Pedro. Ergonomía 1. Fundamentos. Barcelona: Editores UPC. Ed. 1, 1994.

1. OBJETIVOS

- Comparar resultados con el análisis que se realiza a través de las cuadros contenidas en la norma ISO 8996: 2004 e ISO-7243.
- Proponer medidas para mejorar las condiciones de trabajo disminuyendo el gasto energético.

2. MARCO TEORICO

La eficiencia mecánica del cuerpo humano no rebasa en el mejor de los casos en ejercicios muy dinámicos el 20% (según algunos autores, pudiera llegarse al 25-30%). Esto significa que de la energía que se consume para realizar un trabajo físico sólo la cuarta parte, en contadas ocasiones, se aprovecha como trabajo útil y el resto se pierde en forma de calor.

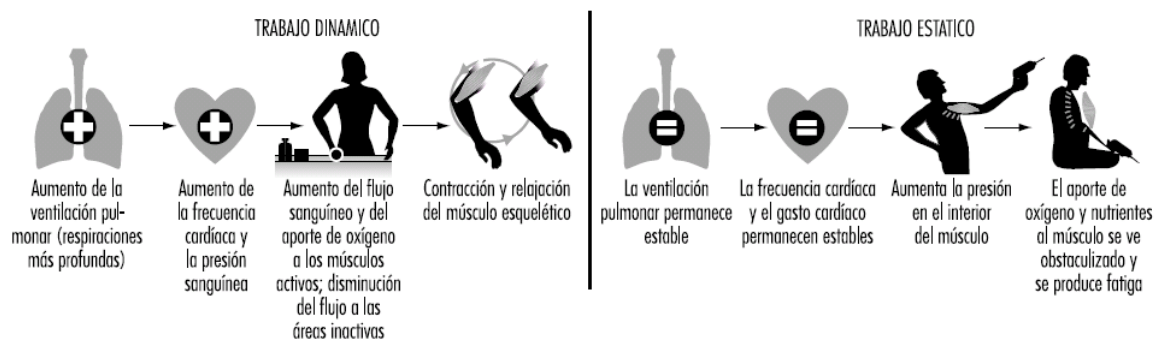
Todo tipo de trabajo requiere por parte del trabajador un consumo de energía mayor cuanto mayor sea el esfuerzo solicitado.

La realización de un trabajo muscular implica el poner en acción una serie de músculos que aportan la fuerza necesaria; según la forma en que se produzcan las contracciones de estos músculos el trabajo desarrollado se puede considerar como estático o dinámico.

El trabajo muscular se denomina estático cuando la contracción de los músculos es continua y se mantiene durante un cierto período de tiempo.

El trabajo dinámico, por el contrario, produce una sucesión periódica de tensiones y relajamientos de los músculos activos, todas ellas de corta duración.¹⁸

Figura 1. Trabajo estático frente a trabajo dinámico



Fuente: LAURING, Wolfgang; y VEDDER Joachim. 1998. Ergonomía. En: STELLMAN, Jeanne Mager. Chantal Dufresne, BA. Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. Madrid.

¹⁸ La carga física de trabajo: definición y evaluación. España: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (NTP 177).

GASTO ENERGETICO

El consumo energético que nos interesa es el debido a la realización del trabajo, es decir el "metabolismo de trabajo". Sin embargo, si queremos calcular o definir la actividad física máxima, es necesario establecer el consumo energético total, que incluye los siguientes factores:

- Metabolismo basal.
- Metabolismo extraprofesional o de ocio.
- Metabolismo de trabajo.

El metabolismo basal, que depende de la talla, el peso y el sexo, y es proporcional a la superficie corporal, es el consumo mínimo de energía necesario para mantener en funcionamiento los órganos del cuerpo, independientemente de que se trabaje o no. Experimentalmente se ha calculado (Scherrer, 1967) que para un hombre de 70 Kgs. es aproximadamente de 1700 Kcal/día y para una mujer de unos 60 Kgs. de unas 1400 Kcal/día. Dentro del metabolismo basal se incluye el metabolismo llamado de reposo que se refiere al consumo energético necesario para facilitar la digestión y la termorregulación.

El metabolismo extraprofesional o de ocio es el debido a otras actividades habituales, como puede ser el aseo, vestirse, etc. y que como media se estima (Lehmann, 1960) un consumo de unas 600 Kcal/día para el hombre y de 500 Kcal/día para la mujer.

El metabolismo de trabajo se calcula teniendo en cuenta dos factores:

- Carga estática (posturas).
- Carga Dinámica.
- - Desplazamiento.
 - Esfuerzos musculares.
 - Manutención de cargas.

Para la medición del consumo metabólico o carga de trabajo se pueden utilizar varios métodos (directos e indirectos). Entre los más importantes se encuentran el que permite su estimación a través de cuadros y su definición basado en el método de calorimetría indirecta.¹⁹

Consumo metabólico según el tipo de actividad

Mediante este sistema se puede clasificar el consumo metabólico en reposo, ligero, moderado, pesado o muy pesado, en función del tipo de actividad desarrollada. El término numérico que se obtiene representa sólo el valor medio, dentro de un intervalo posible demasiado amplio.

¹⁹La carga física de trabajo: definición y evaluación. España: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (NTP 177).

Desde un punto de vista cuantitativo el método permite establecer cuál es el nivel aproximado de gasto metabólico. Por su simplicidad es un método bastante utilizado.

Metabolismo Ligero

Sentado con comodidad: trabajo manual ligero (escritura, picar a máquina, dibujo, costura, contabilidad); trabajo con manos y brazos (pequeños útiles de mesa, inspección, ensamblaje o clasificación de materiales ligeros); trabajo de brazos y piernas (conducir un vehículo en condiciones normales, maniobrar un interruptor con el pie o con un pedal).

De pie: taladradora (piezas pequeñas); fresadora (piezas pequeñas); bobinado, enrollado de pequeños revestimientos, mecanizado con útiles de baja potencia; marcha ocasional (velocidad hasta 3,5 km / h).

Metabolismo moderado

Trabajo mantenido de manos y brazos (claveteado, llenado); trabajo con brazos y piernas (maniobras sobre camiones, tractores o máquinas); trabajo de brazos y tronco (trabajo con martillo neumático, acoplamiento de vehículos, enyesado, manipulación intermitente de materiales moderadamente pesados, recolección de frutos o de legumbres); empuje o tracción de carreteras ligeras o de carretillas; marcha a una velocidad de 3,5 a 5,5 km/hora; forjado.

Metabolismo pesado

Trabajo intenso con brazos y tronco; transporte de materiales pesados; trabajos de cava; trabajo con martillo; serrado; cincelado de madera dura; segar a mano; excavar; marcha a una velocidad de 5,5 a 7 km/hora. Empuje o tracción de carretas o de carretillas muy cargadas, levantar las virutas de piezas moldeadas, colocación de bloques de hormigón.

Metabolismo muy pesado

Actividad muy intensa a marcha rápida cercana al máximo; trabajar con el hacha; acción de palear o de cavar intensamente; subir escaleras, una rampa o una escalera; andar rápidamente con pasos pequeños, correr, andar a una velocidad superior a 7 km/h. Respecto a los límites, en relación al consumo de energía, se admite que para una actividad física profesional, repetida durante varios años, el metabolismo de trabajo no debería pasar de 2000-2500 Kcal/día (Scherrer, 1967 y Grandjean, 1969), cuando se sobrepasa este valor el trabajo se considera pesado.

METODOS CALORIMETRICOS

CALOMETRIA DIRECTA

Solo alrededor del 40% de la energía liberada durante el metabolismo de la glucosa y de las grasas se usa para producir ATP. El restante 60% se convierte en calor. Por lo que un modo de estimar el ritmo y la intensidad de producción de energía es medir la producción de calor de nuestro cuerpo. Esta técnica se llama **calorimetría directa**.

El método más usado para medir el consumo energético es valorando el intercambio de oxígeno y dióxido de carbono que se produce durante la fosforilación oxidativa. Como lo es la ergoespirometría.²⁰

CALORIMETRIA INDIRECTA CIRCULATORIA

El termino de calorimetría indirecta implica que el calor liberado por los procesos químicos dentro del organismo puede ser calculado indirectamente de la tasa de consumo de oxígeno. Asumiendo que todo el oxígeno es usado para oxidar los sustratos degradables y que todo el CO₂ producido es recuperado, es posible calcular la cantidad total de energía producida.²¹

Determinación de gases en sangre arterial y venosa mezclada con la consiguiente resolución de fórmulas según el principio de Fick:

$$G.E.= VO_2 \times 4,838 \times 1,44 \quad (\text{Ecuación 1})$$

La capacidad de trabajo físico (CTF)

El gasto energético de un puesto de trabajo deberá confrontarse contra la **capacidad de gasto energético** que tiene el trabajador que labora en ese puesto. A esta capacidad de gasto energético se le llama **Capacidad física para el trabajo (CFT)** se define la capacidad de trabajo físico (CTF) como la cantidad máxima de oxígeno que puede procesar o metabolizar un individuo, por lo que también se le denomina capacidad aeróbica o potencia máxima aeróbica, pues la cantidad de energía anaeróbica con que puede contar el hombre es muy pequeña, comparada con la aeróbica. Las diferencias individuales respecto a la capacidad de trabajo físico son significativas, aunque es posible hacer estimaciones para situaciones que no sean críticas.²²

La CTF se puede medir sometiendo al sujeto, bajo determinadas condiciones ambientales, a un aumento progresivo de la carga de trabajo físico, lo que irá provocando el incremento del consumo de oxígeno hasta que, a un nuevo incremento de la carga de trabajo, ya no se producirá más incremento del consumo de oxígeno. En ese momento el individuo habrá llegado a su potencia máxima aeróbica. La CTF depende de factores individuales como son sexo, edad, entrenamiento, condiciones ambientales, estados emocionales, etc, y disminuye con la fatiga.

Conocidos el gasto que provoca la tarea y la capacidad de trabajo físico del trabajador que la va a realizar, es posible diseñar y organizar el trabajo adecuadamente, incluyendo frecuencias de movimientos, posiciones, esfuerzos, formas de llevar la carga, tiempos y

²⁰WILMORE, Jack H. Y COSTILL, David L. Fisiología Del Esfuerzo y Del Deporte. España: Paidotribo. Ed.6, 2007.

²¹ HERNANDEZ RODRIGUEZ, Manuel y SASTRE GALLEGU, Ana. Tratado de Nutrición. Madrid: Diez de santos; 1999.

²² MONDELO, Pedro R; GREGORI, Enrique Y BARRAU, Pedro. Ergonomía 1. Fundamentos. Barcelona: Editores UPC. Ed. 1, 1994.

descansos o cambios de actividad, etc. De la misma forma, con unos valores óptimos de referencia, es posible hacerlo para todo un colectivo de trabajadores.²³

3. MATERIAL Y EQUIPO

- Pulso metro
- Balanza
- Equipo de ergoespirometria
- Tarros plásticos
- Fichas legos
- Cajones de madera

4. METODOLOGIA

4.1 Se recomienda que los sujetos que realizaran la práctica se encuentren con ropa cómoda, ya que en la práctica se realiza un poco de actividad física.

4.2 Verificar que se cuenta con los equipos necesarios para la práctica y estos se encuentren en buen estado.

4.3 TEST DEL ESCALÓN (McArdle)

Cálculos:

Duración: 3 minutos

Es necesario entrenar la cadencia del paso antes de empezar la prueba para que la toma de datos sea correcta

Cadencia: 22 pasos/min para mujeres

24 pasos/min para hombres

Altura del paso: 16.25 pulgadas 1 Pulgada Aprox 2.54 Cm

41.27 cm

Toma del Pulso cardiaco: lecturas de 15 segundos tomadas entre 5 y 20 segundos después del ejercicio. (Este valor no es necesario sacarlo ya que este es proporcionado por el pulsometro).

²³ MONDELO, Pedro R; GREGORI, Enrique Y BARRAU, Pedro. Ergonomía 1. Fundamentos. Barcelona: Editores UPC. Ed. 1, 1994.

Estudios (McArdle, Katch, Pechar, Jackson, & Ruck, 1972; McArdle, Pechar, Katch, & Magel, 1973) han estimado el consumo máximo de oxígeno basado en el ritmo cardíaco después del ejercicio en el test del escalón de 3 minutos, la cantidad de oxígeno máximo consumido puede derivarse de las siguientes ecuaciones.

Hombres:

$$VO_{2\max} (ml/Kg/min) = 111.33 - (0.42 \times HR)$$

Mujeres:

$$VO_{2\max} (ml/Kg/min) = 65.81 - (0.1847 \times HR)$$

HR: Ritmo Cardíaco (Obtenido del pulsometro)

4.4 Ergoespirometria

4.5 Se acomoda el puesto de trabajo de la siguiente manera:

En una mesa se colocaran todos los tarros vacíos y sin tapa, las tapas y las fichas legos. A un lado no tan cerca del trabajador se coloca la caja de madera en el suelo, de tal manera que pueda desplazarse un poco y agacharse, sin problema por el equipo de ergoespirometria.

4.6 La función a realizar dicho sujeto debe quedar clara para que la práctica se realice de forma satisfactoria. De la siguiente manera:

El sujeto agarra un tarro e introduce dos fichas legos en el tarro y posteriormente tapa el tarro. Verifica que este bien sellado y se dirige al cajón de madera y realiza flexión de extremidades inferiores e introduce el tarro en el cajón. Se para y vuelve a coger otro tarro y repite el proceso. El tiempo de dicha actividad que realiza el sujeto es de 15 minutos.

4.7 Una vez se tenga clara la actividad a realizar, el sujeto se procede con ayuda del instructor a colocar la mascarilla y a empezar a funcionar el equipo de ergoespirometría.

4.8 Cuando ya se esté listo se empieza con la actividad hasta el tiempo acordado.

4.9 Se debe hallar el gasto calórico y determinar la capacidad física del sujeto y así poder proceder a analizar el método actual del trabajo y mejorarlo.

4.10 Volver a realizar la actividad pero ya con el método mejorado y lo que se espera es que el gasto calórico haya disminuido.

5 INFORME

5.1 Realice un cuadro con todos los datos tomados.

5.2 Calcular el gasto energético a partir de los resultados, utilizando la formula (1).

5.3 Realizar un análisis de los resultados, incluyendo todos los eventos ocurridos durante la práctica. (Anexo Cuadro 1).

5.4 Mostrar el método utilizado inicialmente con los resultados y análisis y el método mejorado con los resultados y análisis, de la actividad de calorimetría directa.

5.5 Conclusiones y Recomendaciones

5.6 Resolver las siguientes preguntas:

- a. ¿Qué factores limitan el consumo de oxígeno en una persona?
- b. ¿Cómo cambian sus valores con la edad?
- c. Explique porque es importante medir su valor en trabajadores
- d. Busque el origen de los componentes de la ecuación del gasto energético y como podría usted cambiarlo para adaptarlo a una población.

6. SOBRE LA PRESENTACIÓN DE LOS INFORMES DE LAS PRÁCTICAS²⁴

El informe se presentará preferiblemente mecanografiado, o manuscrito con tinta y letra clara. Los informes se entregarán dentro de una carpeta donde se señale lo siguiente:

- Título de la práctica.
- Nombre de los autores del informe.
- Grupo de clases.
- Fecha.
- Las páginas se numerarán en el margen inferior derecho.
- La estructura general del informe será la siguiente:
 - Carátula
 - Índice
 - Resumen
 - Fundamentos teóricos
 - Materiales y métodos
 - Resultados
 - Conclusiones y Recomendaciones
 - Bibliografía
 - Anexos
- Índice: Se indica la página donde inicia y contiene cada parte abordada en el informe. (0.5 puntos).
- Resumen ejecutivo: En una página máxima, se redactará un resumen ejecutivo de la práctica que debe reflejar todo su contenido en forma muy breve, entre otros aspectos: objetivos, procedimientos, resultados, conclusiones, recomendaciones y beneficios, no se incluirán en este resumen: bibliografías, dibujos o expresiones matemáticas. (0.5 punto).

²⁴MARTINEZ OROPEZA, Ciro. Manual para prácticas de laboratorio Higiene y Seguridad Industrial. Universidad Nacional de Colombia sede Palmira.

- Fundamentos teóricos: Documentados entre dos y cinco páginas donde se expliquen los antecedentes, objetivos y fundamentos teóricos del experimento: se citarán las referencias bibliográficas y se referirá de forma explícita el cumplimiento de las hipótesis u objetivos trazados. (1.0 punto).
- Materiales y métodos: Se explicarán los métodos experimentales utilizados para la obtención de resultados, relacionando los nombres de equipos e instrumentos, así mismo se relacionarán y detallarán las técnicas utilizadas para el procesamiento de la información obtenida durante el experimento. (1.0 punto).
- Resultados: Los resultados se resumirán en cuadros y gráficos, y se analizarán. Los cálculos deben aparecer en anexos. (3.0 puntos).
- Conclusiones y recomendaciones: Las conclusiones se redactarán de manera concisa, especialmente las relativas a las hipótesis u objetivos enunciados en los fundamentos teóricos, las recomendaciones se deben referir a las posibles aplicaciones prácticas de los resultados y conclusiones y a la posible eliminación futura de las deficiencias y limitaciones encontradas durante la realización del experimento. (3.0 puntos).
- Bibliografía: Se presentarán los títulos de los libros consultados en orden alfabético por autores (bibliografía). Las referencias o bibliografías deben aparecer con los siguientes datos y secuencia: primer y segundo apellidos, nombre (pueden ser iniciales) si hay otros autores se pone y otros, dos puntos, título del libro subrayado, casa editorial, país o ciudad, y páginas consultadas, cada dato se separa por comas. (0.5 punto).
- Anexos: Se incluyen los datos técnicos, especificaciones de equipos e instrumentos de laboratorio, así como todos los cálculos realizados. (0.5 puntos).

7. BIBLIOGRAFIA

ASTRAND PO. Fisiología del trabajo físico, Bases fisiológicas del ejercicio. Madrid: Editorial Medica Panamericana; 1992.

LANGE, Anderson, K. et al. Fundamentals of exercise testing, OMS, Ginebra, 1971.

Karlqvist L, Leijon O, Harenstam A. Physical demands in working life and individual physical capacity. Eur. J. Appl. Physiol 2003.

COAST, Richard; CROUSE, Stephen; JESSUP, George. Exercise Physiology Videolabs. Ed. Brown y Benchmark. ISBN. 0-697-22395-7

Ng, Nelson; Metcalc Software, Metabolic calculations in exercise and fitness. Ed. Human Kinetics, 1995. ISBN. 0-87322-527-9

WILMORE, Jack H. Y COSTILL, David L. Fisiología Del Esfuerzo y Del Deporte. España: Paidotribo. Ed.6, 2007.

HERNANDEZ RODRIGUEZ, Manuel y SASTRE GALLEGO, Ana. Tratado de Nutrición. Madrid: Diez de santos; 1999.

MONDELO, Pedro R; GREGORI, Enrique Y BARRAU, Pedro. Ergonomía 1. Fundamentos. Barcelona: Editores UPC. Ed. 1, 1994.

8. ANEXO

CUADRO 1. Normas por edad y genero para predecir el consumo máximo de oxígeno.

CATEGORIA	EDAD	18-25		26-35		36-45		46-55		56-65		>65	
	GENERO	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
EXCELENTE		≥63	≥58	≥58	≥54	≥53	≥46	≥47	≥42	≥43	≥38	≥38	≥33
BUENO		53-62	48-57	50-57	46-53	44-52	39-45	40-46	35-41	37-42	32-37	33-37	28-32
POR ENCIMA DEL PROMEDIO		47-51	42-47	44-49	40-45	40-53	34-38	35-39	31-34	33-36	28-31	29-32	25-27
PROMEDIO		43-46	39-41	40-43	35-39	35-39	31-33	32-34	28-30	30-32	25-27	25-28	22-24
DEBAJO DEL PROMEDIO		38-42	34-38	35-39	31-34	32-34	28-30	29-31	25-27	26-29	22-24	22-24	20-21
MALO		31-37	29-33	31-34	26-30	27-31	23-37	26-28	21-24	22-25	19-21	20-21	17-19
MUY MALO		≤30	≤28	≤30	≤25	≤26	≤22	≤25	≤19	≤21	≤18	≤19	≤16

Fuente: Adaptada de: Source; Golding, L.A., C.R. Myers, and W.E. Sinning, (eds.). Y's Way to Physical Fitness: The complete Guide to Fitness Testing and instruction, Ed. 3. Champaign, Ill; Human KineticsBooks, 1989

CUADRO 2. Clasificación del trabajo de acuerdo a su intensidad

INTENSIDAD	METABOLISMO (Watt/m ²)
DESCANSO	M<65
LIGERO	65<M<130
MODERADO	130<M<200
PESADO	200<M<260
MUY PESADO	260<M

Fuente: Adaptada de INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARIZATION. Estimación del estrés térmico en el ambiente de trabajo basada en el índice WBGT. ISO, 2003. (ISO 7243).

CUADRO 3. Clasificación del trabajo de acuerdo a su requerimiento energético

INTENSIDAD	METABOLISMO (Kcal/h)		CLASIFICACIÓN DE LA GRASA DE TRABAJO FÍSICO	
	HOMBRE	MUJER	Kcal/min	Kcal/h
DESCANSO	>150	<110		
LIGERO	<150	>110	<30	<180
MODERADO	151<M>250	111<M>180	3.0 a 5.1	181 a 306
PESADO	251<M>350	181<M>240	5.11 a 6.8	304 a 408
MUY PESADO	>350	>290	6.81 a 8.5	409 a 510
EXTREMADAMENTE PESADO			>8.5	>510

Fuente: Adaptada de Hudson de Araujo Couto. Ergonomía aplicada ao trabalho, Belo Horizonte: Col. Gráfica e Encadernadora, vol. I; 1995: p 54.

Cuadro 3. Metabolismo basal en función de la edad y sexo

VARONES		MUJERES	
Años de edad	Watios/m ²	Años de edad	Watios/m ²
6	61,480	6	58,719
7	60,842	6,5	58,267
8	60,065	7	56,979
8,5	59,392	7,5	55,494
9	58,626	8	54,520
9,5	57,327	8,5	53,940
10	56,260	9-10	53,244
10,5	55,344	11	52,502
11	54,729	11,5	51,968
12	54,230	12	51,365
13-15	53,766	12,5	50,553
16	53,035	13	49,764
16,5	52,548	13,5	48,836
17	51,968	14	48,082
17,5	51,075	14,5	47,258
18	50,170	15	46,516
18,5	49,532	15,5	45,704
19	49,091	16	45,066
19,5	48,720	16,5	44,428
20-21	48,059	17	43,871
22-23	47,351	17,5	43,384
24-27	46,678	18-19	42,618
28-29	46,180	20-24	41,969
30-34	45,634	25-44	41,412
35-39	44,869	45-49	40,530
40-44	44,080	50-54	39,394
45-49	43,349	55-59	38,489
50-54	42,607	60-64	37,828
55-59	41,876	65-69	37,468
60-64	41,157		
65-69	40,368		

Cuadro 4. Metabolismo para la postura corporal. Valores excluyendo el metabolismo basal

Posición del cuerpo	Metabolismo (W/m ²)
Sentado	10
Arrodillado	20
Agachado	20
De pie	25
De pie inclinado	30

Cuadro 5. Metabolismo para distintos tipos de actividades. Valores excluyendo el metabolismo basal

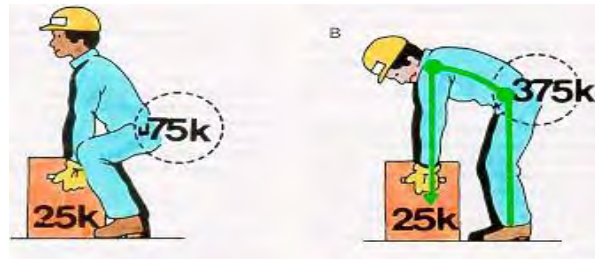
Tipo de trabajo	Metabolismo (W/m ²)	
	Valor medio	Intervalo
Trabajo con las manos		
ligero	15	< 20
medio	30	20 - 35
intenso	40	> 35
Trabajo con un brazo		
ligero	35	< 45
medio	55	45 - 65
intenso	75	> 65
Trabajo con 2 brazos		
ligero	65	< 75
medio	85	75 - 95
intenso	105	> 95
Trabajo con el tronco		
ligero	125	< 155
medio	190	155 - 230
intenso	280	230 - 330
muy intenso	390	> 330

Cuadro 6. Metabolismo del desplazamiento en función de la velocidad del mismo. Valores excluyendo el metabolismo basal

Tipo de trabajo	Metabolismo (W/m ²)
Velocidad de desplazamiento en función de la distancia	
Andar 2 a 5 km/h	110
Andar en subida, 2 a 5 km/h	
Inclinación 5°	210
Inclinación 10°	360
Andar en bajada, 5 km/h	
Declinación 5°	60
Declinación 10°	50
Andar con una carga en la espalda, 4 km/h	
Carga de 10 kg	125
Carga de 30 kg	185
Carga de 50 kg	285
Velocidad de desplazamiento en función de la altura	
Subir una escalera	1725
Bajar una escalera	480
Subir una escalera de mano inclinada	
sin carga	1660
con carga de 10 kg.	1870
con carga de 50 kg.	3320
Subir una escalera de mano vertical	
sin carga	2030
con carga de 10 kg.	2335
con carga de 50 kg.	4750

GUIA DE LABORATORIO

Manipulación manual de carga, empuje y tracción de carga



INTRODUCCIÓN

La manipulación manual de cargas es un comienzo de riesgos para los trabajadores, que pueden generar lesiones en muchos casos irreversibles. Las lesiones en músculos, tendones, nervios o articulaciones, con dolores localizados en cuello, brazos y espalda, es frecuente que se produzcan por posturas de trabajo, esfuerzos, movimientos repetidos y manejo de cargas.

Para el estudio de estos riesgos se puede realizar la evaluación por diversos métodos de evaluación teniendo en cuenta los límites recomendados. En esta práctica la mejor solución para conocer si el movimiento manual, el empuje y la tracción de carga es o no excesiva se aplicará el método de la NTC 5693-1 y NTC 5693-2.

1. OBJETIVOS

- ✓ Registrar y analizar la información que se origina de la actividad de manipulación manual, transporte, empuje y levantamiento de carga a partir de las posturas asumidas por el trabajador según posición inicial y final de la carga, la altura de los brazos sosteniendo y moviendo la carga, el nivel de agarre, los movimientos del tronco respecto a la posición de los tobillos y los pesos reales a manipular.
- ✓ Evaluar los riesgos por movimiento manual de carga mediante la aplicación del método de la NTC 5693-1 y las cuadros NTC 5693-2.
- ✓ Definir medidas de control para la manipulación manual de carga, empuje y tracción de carga teniendo en cuenta los procesos utilizados para la estimación y valoración del riesgo de la NTC 5693-1.

2. MARCO TEORICO

En aquellos casos donde no se puede evitar el levantamiento y transporte manual, se debería realizar una evaluación de riesgos para la salud y la seguridad teniendo en cuenta la masa del objeto, el agarre del objeto, la posición del objeto en relación con la posición del cuerpo y la frecuencia y duración de una tarea específica. Se puede realizar la evaluación del riesgo con un modelo por pasos. En cada paso, el evaluador debe juzgar los riesgos relacionados en las diversas tareas.

Si se exceden los límites recomendados, se deberían tomar medidas para evitar que la tarea se realice manualmente o adaptar la tarea de manera tal que se satisfagan todas las preguntas del modelo por pasos de la NTC 5693-1. El objetivo principal de la reducción del riesgo es tomar medidas para mejorar el diseño de las operaciones de manipulación manual, la tarea, el objeto y el ambiente de trabajo en relación con las características de los individuos, según resulte apropiado. No se debería suponer que el solo suministro de información y capacitación garanticen la manipulación segura.²⁵

2.1 Variables del peligro

2.1.1 Fuerza

Se emplean fuerzas iniciales para superar la inercia del objeto, cuando se inicia o se cambia la dirección del movimiento. Las fuerzas sostenidas son aquellas empleadas para mantener el movimiento del objeto. Por lo general, las fuerzas iniciales son mayores que las sostenidas y, por lo tanto, deben mantenerse en el mínimo. Se debe evitar la frecuente iniciación, detención y maniobra del objeto. Se deben aplicar ejercicios de fuerza continuos suaves en el objeto, evitando movimientos bruscos y de larga duración; se debe evitar las fuerzas sostenidas puesto que incrementan el riesgo de fatiga muscular localizada o del cuerpo entero.

• 25 Ergonomía. Manipulación Manual. Parte 1: LEVANTAMIENTO Y TRANSPORTE. Bogotá: INCOTEC, 2009. 70P. (NTC 5693-1

2.1.1.2 Postura

La capacidad de ejercer una fuerza se determina en gran medida por la postura que una persona adopta. Las posturas difíciles (forzadas, mantenidas, prolongadas, anti gravitacionales, entre otras), con frecuencia conducen a disminución de las capacidades para ejercer fuerzas y a un riesgo incrementado de lesión debido a grandes cargas que se ejercen en las articulaciones o segmentos del cuerpo. El operador debe adoptar una postura cómoda y natural al aplicar ya sea las fuerzas de empuje / halar iniciales o sostenidas. El operador debe ejercer la fuerza con una postura estable y equilibrada que permita la aplicación del peso de su cuerpo a la carga y minimice así las fuerzas que actúan en la espalda (es decir, la carga compresiva espinal y las fuerzas tangenciales sagital o lateral) y los hombros. Se deben evitar las posturas de rotación, inclinación lateral o flexión del tronco ya que incrementan el riesgo de lesión. La carga en los brazos y hombros se ve influenciada por la postura en relación con la fuerza aplicada, que también se ve influenciada por la posición de las manos. Por lo tanto, la posición de las manos no debe ser demasiado alta ni demasiado baja y las manos no deben estar tan cerca entre sí. Además, los codos deben mantenerse bajos.

2.1.1.3 Frecuencia y duración

Al empujar y halar, se debe considerar tanto la frecuencia como la duración de la fuerza aplicada. Se debe evitar ejercer fuerzas de larga duración (por ej. por medio de ayudas mecánicas) a fin de limitar/evitar los efectos de la fatiga muscular. Ejercicios de fuerza bastante repetitivos causan mayor frecuencia de fuerzas iniciales y se deben evitar.

2.1.1.4 Distancia

Las distancias en las cuales los operadores mueven los objetos pueden ir desde varios pasos (1 m ó 2 m) hasta muchos metros. Las distancias largas acopladas con grandes fuerzas y movimientos frecuentes pueden ser fatigantes para los operadores. Entre más larga sea la distancia, más fatigante puede ser el movimiento para un nivel de ejercicio de fuerza determinado. Las distancias largas podrían involucrar múltiples movimientos correctivos de parte del operador, alterando la trayectoria del objeto e incrementando así las demandas de fuerza y la exposición del operador a cualquier peligro impuesto por el ambiente laboral.

2.1.1.5 Características del objeto

Se debe optimizar la maniobrabilidad del objeto. Si el objeto se encuentra sobre ruedas/rodachines, estos deben ser adecuados para el objeto (es decir, de material y diámetro apropiado) y mantenerse en buen estado. Para objetos sin ruedas o rodachines, se debe reducir la fricción (por ej. se deben considerar superficies con propiedades friccionales bajas o rodillos). Se debe aplicar la fuerza contra el objeto de manera conveniente y segura (por ej. deben proveerse manijas cuando resulte apropiado). Un objeto que restringe la visibilidad del operador presenta peligros especiales cuando se empuja. En estas situaciones puede ser preferible halar el objeto. Es aconsejable emplear agarraderas verticales largas, cuando sea posible, a fin de dar a los operarios la oportunidad de agarrar a su altura preferida.

3. TERMINOS Y DEFINICIONES

Manipulación manual. Cualquier actividad que requiera uso de la fuerza humana para levantar, bajar, trasportar o de otro modo mover o controlar un objeto.

Levantamiento manual: Movimiento de un objeto desde su posición inicial hasta una posición más alta, sin ayuda mecánica.

Descenso manual: Movimiento de un objeto desde su posición inicial hasta una posición más baja, sin ayuda mecánica

Condiciones ideales para manipulación manual. Condiciones que incluyen la postura ideal para la manipulación manual, un agarre firme del objeto en postura neutra de muñeca y condiciones ambientales favorables.

Condiciones ambientales desfavorables. Condiciones que proporcionan un riesgo adicional para la tarea de levantamiento o transporte.

Postura ideal para manipulación manual. Posición de pie de manera simétrica y vertical, manteniendo la distancia horizontal entre el centro de masa del objeto que está manipulando y el centro de masa del trabajador a menos de 0.25 m y la altura de agarre a menos de 0.25 m por encima de la altura del nudillo.

Manipulación repetitiva. Manipulación de un objeto más de una vez cada 5 min.

Transporte manual: Desplazamiento de un objeto de un lugar a otro cuando permanece levantado, horizontalmente y soportado mediante la fuerza humana.

Masa de referencia: masa que se considera adecuada para emplear en una población de usuarios identificados durante la aplicación del método aquí descrito.

Masa acumulada: producto de la masa trasportada y la frecuencia del transporte.

Plano medio sagital: Plano vertical en la dirección antero-posterior que divide una persona suponiendo una postura corporal neutra en mitades iguales derecha e izquierda.

Plano de asimetría: Plano vertical que atraviesa el punto medio de la línea entre los huesos del tobillo interior y la proyección vertical del centro de gravedad de la carga, cuando la carga se encuentra en su desplazamiento más extremo desde el plano neutral medio-sagital.

Angulo de asimetría: Angulo formado por las líneas que resultan de las intersecciones del plano medio sagital y el plano de asimetría.

4. MATERIALES Y EQUIPOS

- Cajas de cartón con un peso aproximado de 15kg, llenas de bolsas de poliuretano.
- Carga a manipular cajas de plástico con un peso aproximado de 4kg, llenas de bolsas de poliuretano
- Goniómetro
- Cronometro
- Flexómetro
- Mesas de trabajo
- Pallets
- Banda transportadora
- Montacargas hidráulico manual
- Carro metálico para carga manual

5. COMPOSICIÓN Y FUNCIONES DEL GRUPO DE ESTUDIANTES PARA LA PRACTICA

Los equipos de trabajo deben estar constituidos por máximo 5 estudiantes, por ser una prueba de trabajo agotadora solo se permitirán estudiantes que no padezcan ninguna enfermedad cardiovascular y que no hayan ingerido alimentos recientemente.

5.1. Asignación de funciones por estudiante que participe.

Recolección de datos: dos (2) integrantes del equipo de trabajo deben ser los encargados de la toma y registro de los valores obtenidos, también son los encargados de organizar y disponer de los elementos para la práctica.

Manipuladores: dos (2) estudiantes del equipo de trabajo que van realizar la manipulación de carga.

Jefe de grupo: será el responsable de asignar y hacer cumplir las funciones de cada estudiante con el fin que los diversos pasos del proceso tengan fluidez.

Cada grupo de trabajo debe realizar la práctica de manipulación manual de carga y de empuje y tracción de carga.

6. METODOLOGIA

6.1. PRIMERA PARTE DEL LABORATORIO

Manipulación manual de carga

Puestos de trabajo

Para esta práctica de laboratorio se escogieron dos puestos de trabajo en los cuales se realiza manipulación manual repetitiva de carga.

En uno, los estudiantes deben levantar, y ubicar cajas de plástico en las mesas de trabajo destinadas para el almacenamiento, las cajas están aglomeradas al lado de las estanterías, y estas se deben dejar en el carro de carga, las cajas tienen un peso aproximado de 15 Kilogramos, el turno del trabajador es de 8 horas con un descanso de 1 hora.



Fuente: Creada para esta obra



Fuente: Creada para esta obra

También hay un puesto de trabajo ubicado en una banda transportadora, en este equipo existen dos puestos de trabajo, uno el que alimenta la banda con cajas de cartón con peso aproximado de 4 kg desde un carro metálico para carga manual y otro que recibe las cajas y las ubica en la estiba plástica situado al nivel del piso al lado del puesto de trabajo, para este puesto de trabajo se tiene un turno de 8 horas con un descanso de 1 hora.



Fuente: Creada para esta obra



Fuente: Creada para esta obra

Para el desarrollo de esta práctica el estudiante debe seguir los pasos que se muestran a continuación, estos son tomados de la NTC 5693-1 que es la base de referencia para este laboratorio, es importante que el estudiante sugiera cambios y en lo posible realice

modificaciones del puesto de trabajo teniendo en cuenta las variables del método descrito en esta práctica.

Las principales variables de la tarea incluyen los siguientes datos:

Masa de objeto, m , en kilogramos

Distancia horizontal, h , en metros, medida desde el punto medio de la línea que une los tobillos hasta el punto medios en el que las manos agarran el objeto.

Ubicación vertical, v , en metros, determinada por la medición de la distancia desde el piso hasta el punto medio en el que las manos agarran el objeto.

Desplazamiento de trayectoria vertical, d , en metros, desde el origen hasta el destino de levantamiento.

Frecuencia de levantamiento, f , expresada como el número promedio de levantamientos por minuto.

Duración de levantamiento manual, en horas.

Angulo de asimetría, α , en grados.

Calidad de agarre, c .

Paso 1

Comparar la masa de la carga manipular con la masa de referencia para diferentes poblaciones mostrada a continuación, para este laboratorio se utiliza una masa de referencia teniendo en cuenta que es una población trabajadora en general incluidos jóvenes y adultos.

Cuadro 1. masa de referencia para diferentes poblaciones

Campo de aplicación	m_{ref} kg	Porcentaje de población de usuarios protegida			Grupo de población	
		M y H ^a	M	H		
Uso no ocupacional	5	Datos no disponibles			Niños y adultos mayores	Población total
	10	99	99	99	Población doméstica en general	
Uso profesional	15	95	90	99	Población trabajadora en general, incluidos jóvenes y adultos	Población trabajadora en general
	20					
	23	85	70	95	Población trabajadora adulta	
	25					
30	Véase Nota			Población trabajadora especializada	Población trabajadora especializada bajo circunstancias especiales	
35						
40						
NOTA: Circunstancias especiales. Si bien se deben hacer todos los esfuerzos para evitar actividades de manipulación manual o reducir los riesgos a los niveles más bajos posibles, pueden haber circunstancias excepcionales donde la masa de referencia puede exceder los 25 kg (por ej. donde no existen desarrollos o intervenciones tecnológicas suficientemente avanzados). En estas circunstancias excepcionales, se debe dar mayor atención y consideración a la educación y capacitación del individuo (por ej. conocimiento especializado en relación con la identificación de riesgos y la reducción de riesgos), las condiciones laborales que prevalecen y las capacidades del individuo.						
^a M: Mujer; H: Hombre						

Fuente: Ergonomía. Manipulación Manual. Parte 1: LEVANTAMIENTO Y TRANSPORTE. Bogotá: ICONTEC, 2009. 70P. (NTC 5693-1). Pág. 23

si $m \leq m_{ref}$ Si esta condición se cumple podemos continuar con el Paso 2, es importante hacer un análisis de la relación entre las condiciones de la población trabajadora y la masa de referencia.

Paso 2

En este paso se evalúa la manipulación manual teniendo en cuenta la frecuencia de levantamiento y la masa de la carga, en necesario observar los Anexo 1 aquí se presenta el límite superior recomendado de frecuencia para levantamiento manual repetitivo en condiciones ideales, teniendo en cuenta la masa del objeto, la figura 1 contiene gráficos para duraciones de levantamientos menores o iguales a 1 h por día y duraciones de 1 h a 2 h por día respectivamente. La frecuencia de levantamiento máxima absoluta es de 15 levantamientos por minuto. En este caso, la duración total de levantamientos no debe exceder 1 h por día y la masa del objeto no debe exceder los 7 kg.

Si la desigualdad anterior se cumple para levantamiento manual repetitivo y las condiciones son ideales, el Paso 2 debería ser suficiente para determinar que el levantamiento manual es aceptable bajo estas condiciones, de lo contrario continúe con el paso 3.

Paso 3

En este paso en necesario evaluar la masa de la carga con los límites de la Ecuación # 1

$$m \leq m_{ref} \times h_M \times v_M \times d_M \times \alpha_M \times f_M \times c_M \quad \text{Ecuación \# 1}$$

Si $m < \text{límites de la Ecuación \# 1}$ continúe con el paso 4

Donde

m_{ref} es la masa de referencia. (Masa de referencia para población trabajadora en general incluidos jóvenes y adultos, cuadro # 1)

h_M es el multiplicador de distancia horizontal

$$h_M = \frac{0,25}{h}$$

si $h \leq 0,25$ entonces $h_M = 1$

si $h > 0,63$ entonces $h_M = 0$

v_M es el multiplicador de ubicación vertical

$$v_M = 1 - 0,3 \times |0,75 - v|$$

si $v > 1,75$ entonces $v_M = 0$

si $v < 0$ entonces $v_M = 0$

d_M es el multiplicador de desplazamiento vertical

$$d_M = 0,82 + \frac{0,045}{d}$$

si $d > 1,75$ entonces $d_M = 0$

si $d < 0,25$ entonces $d_M = 1$

α_M es el multiplicador de asimetría

$$\alpha_M = 1 - 0,0032 \times \alpha$$

si $\alpha > 135^\circ$ entonces $\alpha_M = 0$

La medición del ángulo de asimetría se muestra en la Figura 3

f_M es el multiplicador de frecuencia

El valor del multiplicador de frecuencia se determina a partir de la Cuadro 2 el uso del cuadro exige tres componentes relacionados con:

La frecuencia de levantamiento (número de levantamientos por minuto)

La duración (f_L) de la tarea de levantamiento continua y repetitiva.

La ubicación vertical (v) de las manos en el objeto que se va a alzar al inicio del levantamiento.

CUADRO 2. Valores de multiplicador de frecuencia

Frecuencia de levantamiento número de levantamientos/min	Valores de f_M					
	$t_L \leq 1h$		$1h < t_L \leq 2h$		$2h < t_L \leq 8h$	
	$v < 0,75m$	$v \geq 0,75m$	$v < 0,75m$	$v \geq 0,75m$	$v < 0,75m$	$v \geq 0,75m$
$\leq 0,2$	1,00	1,00	0,95	0,95	0,85	0,85
0,5	0,97	0,97	0,92	0,92	0,81	0,81
1	0,94	0,94	0,88	0,88	0,75	0,75
2	0,91	0,91	0,84	0,84	0,65	0,65
3	0,88	0,88	0,79	0,79	0,55	0,55
4	0,84	0,84	0,72	0,72	0,45	0,45
5	0,80	0,80	0,60	0,60	0,35	0,35
6	0,75	0,75	0,50	0,50	0,27	0,27
7	0,70	0,70	0,42	0,42	0,22	0,22
8	0,60	0,60	0,35	0,35	0,18	0,18
9	0,52	0,52	0,30	0,30	0,00	0,15
10	0,45	0,45	0,26	0,26	0,00	0,13
11	0,41	0,41	0,00	0,23	0,00	0,00
12	0,37	0,37	0,00	0,21	0,00	0,00
13	0,00	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
14	0,00	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00
15	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00
> 15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fuente: Ergonomía. Manipulación Manual. Parte 1: LEVANTAMIENTO Y TRANSPORTE. Bogotá: ICONTEC, 2009. 70P. (NTC 5693-1). Pág. 17

c_M es el multiplicador de acoplamiento para la calidad de agarre

El multiplicador de acoplamiento se determina según la Cuadro 3, se establece a partir de tres criterios

Bueno: si el objeto puede agarrarse alrededor con la mano de manera confortable las manijas o muescas de agarre manual del objeto sin que tengan desviaciones significativas de la postura neutra de la muñeca, o el objeto mismo, sin causar alrededor de la muñeca, excesivas o posturas incómodas.

Aceptable: si el objeto tiene manijas o muescas que no cumplen con los criterios de buena calidad de agarre o si el objeto mismo puede asirse con un agarre en el que la mano puede flexionarse alrededor de 90 grados.

Deficiente: Si los criterios de calidad buena aceptable no se cumplen.

CUADRO 3. Valores de multiplicador de acople para la calidad de agarre

Calidad de agarre	Valores de c_M	
	Altura < 0,75 m	Altura ≥ 0,75 m
Buena	1,00	1,00
Aceptable	0,95	1,00
Deficiente	0,90	0,90

Fuente: Ergonomía. Manipulación Manual. Parte 1: LEVANTAMIENTO Y TRANSPORTE. Bogotá: ICONTEC, 2009. 70P. (NTC 5693-1). Pág. 17

Paso 4

En este paso hay que determinar la masa acumulada m_{cum} que es el producto de la frecuencia de levantamientos por el peso del objeto manipulado, y evaluar si la masa acumulada es de 10.000kg teniendo en cuenta los límites de masa acumulada mostrado en la cuadro. 4

CUADRO. 4 límites recomendados para masa acumulada en relación con la distancia de transporte (para población trabajadora general) unidades en si

Distancia de transporte (m)	Frecuencia transporte $f_{\text{máx}} \text{ min}^{-1}$	Masa acumulada $m_{\text{máx}}$			Ejemplos de producto $m.f$
		kg/min	kg/h	kg/8 h	
20	1	15	750	6 000	5 kg x 3 veces/min 15 kg x 1 vez/min 25 kg x 0,5 veces/min
10	2	30	1 500	10 000	5 kg x 6 veces/min 15 kg x 2 veces/min 25 kg x 1 vez/min
4	4	60	3 000	10 000	5 kg x 12 veces/min 15 kg x 4 veces/min 25 kg x 1 vez/min
2	5	75	4 500	10 000	5 kg x 15 veces/min 15 kg x 5 veces/min 25 kg x 1 vez/min
1	8	120	7 200	10 000	5 kg x 15 veces/min 15 kg x 8 veces/min 25 kg x 1 vez/min
NOTA 1 En el cálculo de la masa acumulada, se emplea una masa de referencia de 15 kg y una frecuencia de transporte de 15 veces/min para la población laboral en general. NOTA 2 La masa acumulada total de levantamiento y transporte manual nunca debe exceder los 10 000 kg/día, cualquiera que sea la duración diaria de trabajo. NOTA 3 La referencia de 23 kg está incluida en la masa de 25 kg.					

Fuente: Manipulación Manual. Parte 1: LEVANTAMIENTO Y TRANSPORTE. Bogotá: INCOTEC, 2009. 70P. (NTC 5693-1). Pág. 7

Si esto se cumple bajo condiciones ideales la manipulación manual es aceptable, de lo contrario en necesario la adaptación del puesto de trabajo.

6.2. SEGUNDA PARTE DEL LABORATORIO

Empuje y tracción de carga

Puestos de trabajo

En esta etapa del laboratorio los estudiantes utilizaran el montaje de la primera parte del laboratorio, en el cual se alimenta y se descarga la banda transportadora desde cada extremo, los objetos manipulados que alimentan la banda transportadora están ubicados en un montacargas hidráulico manual, los estudiantes deben empujar el montacargas hidráulico desde el punto indicado en el laboratorio hasta ubicarlo al final de la banda transportadora, así mismo el estudiante que recibe las cajas y las ubica en el carro metálico lo hala hasta el punto indicado en el laboratorio, definiendo lo siguiente.

- Distancia recorrida
- Peso de la carga
- Tiempo de cada unidad transportada
- Altura de agarre desde el suelo hasta el lugar de asimiento de las agarraderas



Fuente: Creada para esta obra

Fuente: Creada para esta obra

7. RESULTADOS E INFORME

El informe se debe presentar preferiblemente mecanografiado o manuscrito en tinta y con letra clara los informes se entregaran dentro de una carpeta donde se señale lo siguiente:

- Título de la práctica
- Nombre de los autores del informe
- Grupo de clases
- Fecha

La estructura general del informe será la siguiente:

- Caratula
- Índice: se indica la página donde inicia y contiene cada parte abordada en el informe (0.5 puntos)
- Resumen: en una página máxima, se redactara un resumen de la práctica que debe reflejar todo su contenido en forma muy breve, entre otros aspectos: objetivos, procedimientos, resultados, conclusiones, recomendaciones y beneficios, no se incluirán en este resumen bibliografías, dibujos o expresiones matemáticas (0,5 puntos).
- Fundamentos teóricos: Documentados entre dos o cinco páginas donde se expliquen los antecedentes, objetivos y fundamentos teóricos del experimento: se citaran las referencias bibliográficas y se referirá de forma explícita el cumplimiento de los objetivos trazados (1.0 puntos).

- Materiales y métodos: se explicaran los métodos experimentales utilizados para la obtención de resultados, relacionando los nombres de equipos e instrumentos, así mismo se relacionaran y detallaran las técnicas utilizadas para el procesamiento de la información obtenida durante el experimento. (1.0 punto).
- Resultados: Los resultados se resumirán en cuadros y graficas, y se analizaran. Los cálculos deben aparecer en los anexos (3.0 puntos)

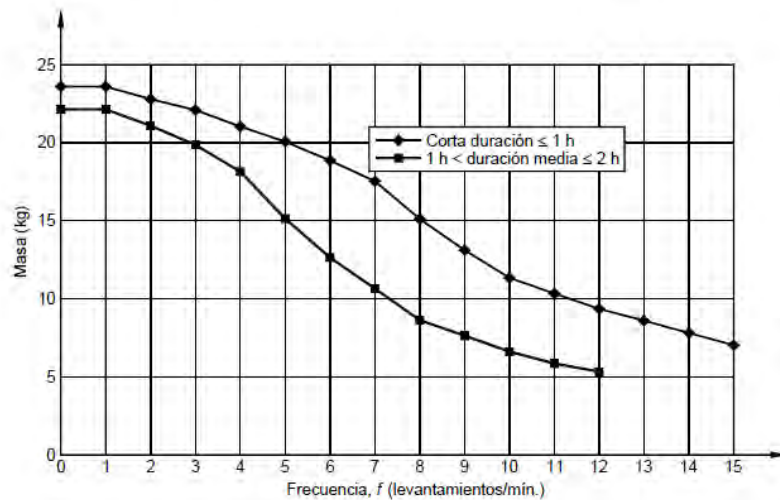
Obtenida la puntuación final se debe analizar y comentar el resultado, especificando si la manipulación manual, el transporte, empuje y tracción de carga acarrea riesgos para la salud, las causas de estos riesgos y las alternativas de control de ingeniería

Los resultados deben contener los siguientes puntos:

- Imágenes y descripción de posturas seleccionadas, donde se aprecien las mediciones realizadas.
- Presentación de los valores obtenidos en la aplicación de la metodología descrita en la NTC 5693-1 (*Paso 1*).
- Presentación de los valores obtenidos en la aplicación de la metodología descrita en la NTC 5693-2 (empuje y tracción de carga).
- Valoración del riesgo analizado.
- Modificaciones del puesto de trabajo teniendo en cuenta las variables de la tarea y las alternativas de control de ingeniería, nueva evaluación del puesto de trabajo una vez realizadas las modificaciones.
- Conclusiones y recomendaciones: las conclusiones se redactarán de manera concisa, especialmente teniendo en cuenta los objetivos enunciados, las recomendaciones se deben referir a las posibles aplicaciones prácticas de los resultados y conclusiones y las encontradas durante la realización del experimento (3.0 Puntos).
- Bibliografía (0.5 puntos)
- Anexos: Se incluyen los datos técnicos, especificaciones de equipos e instrumentos de laboratorio, así como todos los cálculos realizados. (0.5 puntos).

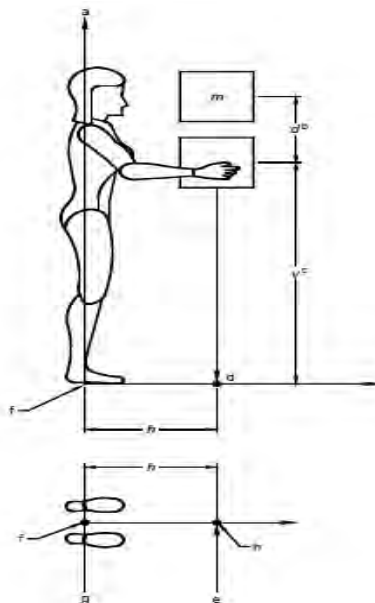
8. ANEXOS

ANEXO 1. Frecuencia máxima para levantamiento manual en relación con la masa del objeto en condiciones ideales para dos duraciones de levantamiento diferentes.



Fuente: Ergonomía. Manipulación Manual. Parte 1: LEVANTAMIENTO Y TRANSPORTE. Bogotá: ICONTEC, 2009. 70P. (NTC 5693-1). Pág. 5

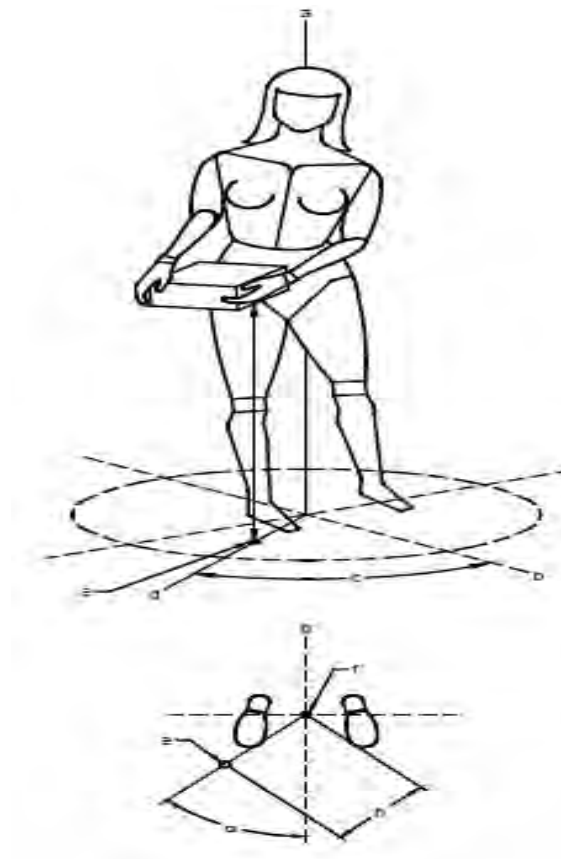
ANEXO 2. Variables de la tarea



Fuente: Ergonomía. Manipulación Manual. Parte 1: LEVANTAMIENTO Y TRANSPORTE. Bogotá: ICONTEC, 2009. 70P. (NTC 5693-1). Pág. 14

- a Vertical
- b Desplazamiento de trayectoria vertical
- c Ubicación vertical
- d Proyección desde el centro de gravedad de la carga
- e Horizontal
- f Punto medio entre los huesos del tobillo
- g Lateral
- h Centro de carga

ANEXO 3. Angulo de asimetría



Fuente: Ergonomía. Manipulación Manual. Parte 1: LEVANTAMIENTO Y TRANSPORTE. Bogotá: ICONTEC, 2009. 70P. (NTC 5693-1). Pág. 15

- a Vertical
- b Plano medio sagital
- c Angulo de asimetría
- d Línea de asimetría
- e Proyección desde el centro de gravedad de la carga
- f punto medio entre los huesos del tobillo

9. BIBLIOGRAFIA

- Ergonomía. Manipulación Manual. Parte 2: EMPUJAR Y HALAR. Bogotá: ICONTEC, 2009. 70P. (NTC 5693-2).
- Ergonomía. Manipulación Manual. Parte 1: LEVANTAMIENTO Y TRANSPORTE. Bogotá: ICONTEC, 2009. 70P. (NTC 5693-1).
- ISO 7730, Moderate Thermal Environments. Determination of the PMVG and PPD Indices and Specification of the Conditions for Thermal Comfort.
- ISO 11228-1:2003, International Organization For Standardization. Ergonomics. Manual handling. Part 1: Lifting and Carrying, Switzerland, 2003, 30p.
- SCHAEFER, P., BOOCOCK M., KAPITANIAK, B., SCHAUB K.H., MEYER F. Push & Pull by ISO 11228/2 Force Limits Adjustable to Age, Gender and Stature Distributions, International Ergonomics Association Conference, CDROM 00905.pdf, Seoul, 2003.

RESULTADOS

Toma y registro de las variables de la tarea a través de cuadros, donde se identifique y se describa cada una de ellas.

Asignación de funciones para cada integrante del grupo de trabajo.

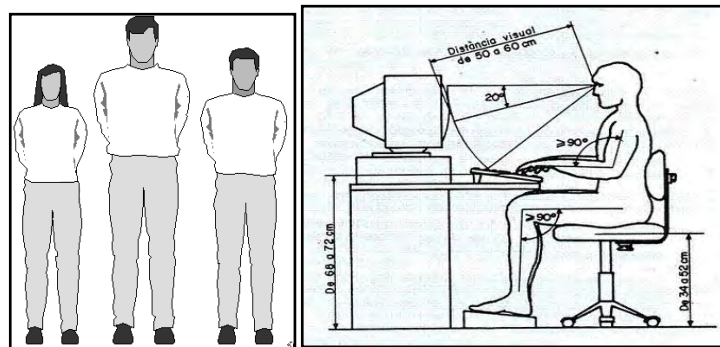
Se debe evaluar la continuidad del proceso descrito en la metodología.

Análisis de los resultados

- Imágenes y descripción de posturas seleccionadas, donde se aprecien las mediciones realizadas.
- Presentación de los valores obtenidos en la aplicación de la metodología descrita en la NTC 5693-1 (*Paso 1*).
- Presentación de los valores obtenidos en la aplicación de la metodología descrita en la NTC 5693-2 (empuje y tracción de carga).
- Valoración del riesgo analizado.
- Modificaciones del puesto de trabajo teniendo en cuenta las variables de la tarea y las alternativas de control de ingeniería, nueva evaluación del puesto de trabajo una vez realizadas las modificaciones.

GUIA DEL LABORATORIO

RELACIONES CORPORALES ANTROPOMETRIA



INTRODUCCIÓN

Para un diseño ergonómico es necesario realizar un estudio antropométrico, el cual proporcionara las medidas para el diseño; se debe analizar con mucho cuidado el tipo de medidas a tomar y el error admisible, ya que la precisión y el número total de medidas guarda relación con la viabilidad económica del estudio. El correcto diseño de los puestos de trabajo es de vital importancia en la prevención de enfermedades y accidentes del trabajo. Un puesto de trabajo adecuado a las dimensiones corporales de los trabajadores provoca esfuerzos innecesarios, fatiga en determinados grupos musculares y a más largo plazo pueden provocar dolencias, en la actualidad es de utilidad realizar las mediciones antropométricas directamente sobre el puesto de trabajo, mientras el colaborador realiza su trabajo.

Es necesario mencionar el concepto de antropometría dinámica, las dimensiones dinámicas o funcionales, son las que se toman a partir de las posiciones de trabajo resultantes del movimiento asociado a ciertas actividades, es decir, tiene en cuenta el estudio de las articulaciones suministrando el conocimiento de la función y posibles movimientos de las mismas y permitiendo valorar la capacidad de la dinámica articular.

Por ejemplo, el límite de alcance del brazo no se corresponde meramente con la longitud del brazo, sino que es más complejo. En realidad, al realizar un movimiento, los distintos segmentos del cuerpo no actúan independientemente, sino se actúan de forma coordinada. Por ejemplo, al mover un brazo, hay que tener en cuenta además de la propia longitud del brazo, el movimiento del hombro, la posible rotación parcial del tronco, e incluso la función a realizar con la mano. Ello hace que la resolución de los problemas espaciales en los sistemas de trabajo sea un tema complejo.

1. OBJETIVOS

1. Identificar y medir las características antropométricas de un grupo de individuos en posiciones antropométricas de pie y sentado.
2. Realizar mediciones antropométricas en los puestos de trabajo utilizando el concepto de antropometría dinámica.
3. Aplicar correctamente los procedimientos y normas para tomar dimensiones corporales de las personas.
4. Calcular los valores medios, la desviación estándar y los percentiles de cada característica antropométrica considerada.
5. Evaluar la información respecto a los estudios e investigaciones existentes el comportamiento de las mediciones realizadas.

2. MARCO TEORICO

Antropometría es la disciplina que describe las diferencias cuantitativas de las medidas del cuerpo humano, estudia las dimensiones tomando como referencia distintas estructuras anatómicas, y sirve como herramienta a la ergonomía como objeto de adaptar el entorno a las personas.²⁶

Existe mucha información antropométrica contenida en cuadros y estudios de determinados grupos de poblaciones, esta información examinándola con el cuidado necesario y advirtiéndole todas sus posibles diferencias respecto a nuestras necesidades, sirven de gran ayuda en diseño de asientos y determinados puestos de trabajo. En tal sentido podrán servir de ayuda un amplio número de recomendaciones hechas en materiales y literaturas orientadas en clases. Las dimensiones estructurales del cuerpo se toman con el cuerpo de los sujetos en posiciones fijas (estáticas) estandarizadas, donde se miden las diferencias

²⁶RamírezCavasaCesar.ErgonomíayProductividad.NoriegaEditores.México1991.P.53

estructurales del cuerpo humano en diferentes posiciones y sin movimiento (en reposo).²⁷

Cuando se diseña para un grupo poco numeroso y para una población numerosa hay que tener en cuenta tres principios de diseño antropométrico:

- **Principio del diseño para hombres extremos:** El diseño se concibe a partir de referentes de compromiso por cada una de las dimensiones corporales relevantes para el diseño.
- **Principio del diseño para intervalos ajustables:** Diseño flexible y adaptable a una población numerosa.
- **Principio del diseño para hombres promedios:** Decisiones de escasa aplicación que se adopta cuando la dimensión tiene poca significancia en el diseño o tenga una utilización infrecuente.

Los percentiles son aquellos valores que dividen la muestra ordenada de datos antropométricos en 100 partes iguales p1, p2... p100. De forma intuitiva podemos decir que es un valor tal que supera un determinado porcentaje de los miembros de la población.²⁸

Existen diferentes métodos para hallar los percentiles uno de los más comunes es la normalización de los datos agrupados a partir de la siguiente ecuación:

$$X = Z * S \pm \bar{X} \text{ (Ecuación 1)}$$

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i n_i}{N} \text{ (Ecuación 2)}$$

X : Valor que representa el percentil.

\bar{X} : El promedio de los datos (media)

S : Desviación estándar de la muestra.

Z : Factor de correlación.

²⁷ RamírezCavasaCesar.ErgonomíayProductividad.NoriegaEditores.México1991.P.53

²⁸ ÁlvarezLlanezaFranciscoJ.Ergonomíaypsicosociologíaaplicada:Manualparalaformaciónd
elespecialista.EditorialLexNova,2007.P.164

A partir del siguiente cuadro se puede encontrar el valor de Z para los diferentes Percentiles deseados:

Cuadro 1. Valores de Z

PERCENTIL	VALOR DE Z
99.5	2.576
99	2.326
97.5	1.960
95	1.645
90	1.285
85	1.036
80	0.842
75	0.674
70	0.524
50	0.0
30	-0.524
25	-0.674
20	-0.842
15	-1.036
10	-1.285
5	-1.645
2.5	-1.960
1	-2.326
0.5	-2.576

Fuente: Creado para esta obra

Al hablar de Antropometría, es conveniente distinguir entre dos tipos de dimensiones antropométricas:²⁹

- **Antropometría Estática:** Se aplican a diseños de objetos que requieren poco movimiento o a espacios de actuación que no tienen en cuenta el movimiento tridimensional, mientras que las dimensiones antropométricas dinámicas se aplican a diseños de puestos o estaciones de trabajo u objetos cuyo uso implique una cantidad importante de movimiento por parte del usuario.
- **Antropometría Dinámica:** Están relacionadas con las dimensiones resultantes del movimiento del cuerpo humano de sus partes, tales como: cambios posturales, ángulos, alcances, velocidades, aceleraciones, fuerzas y espacios descritos en las trayectorias de los movimientos.

La antropometría estática puede proporcionar una gran cantidad de información sobre el movimiento si se ha elegido un conjunto adecuado de variables. Sin embargo, cuando los movimientos son complicados y se desea realizar un buen ajuste con el entorno industrial, como sucede con la mayoría de las interfaces usuario-maquina y persona-vehículo, es necesario realizar un análisis preciso de las posturas y los movimientos. Esto puede hacerse por medio de las simulaciones adecuadas, que permiten el trazado de las líneas de alcance o de fotografías.

• TERMINOS Y DEFINICIONES

1. Antropometría Estática:

Medidas en Posición de atención bípeda (P.A.B):

P.A.B: Significa que el sujeto debe estar de pie, con los talones unidos, el cuerpo perpendicular al suelo, los brazos descansando a los lados, las manos extendidas, los hombros relajados, sin hundir el pecho y la cabeza en un plano Frankfort (Un plano horizontal pasa tangencialmente al borde superior del conducto auditivo externo y por el pliegue del parpado inferior).

1. **Estatura (E):** Distancia vertical desde el vertex hasta el suelo con el sujeto en P.A.B.
2. **Altura de los ojos (AO):** Distancia vertical desde el suelo hasta el eje horizontal que pasa por el centro de la pupila.
3. **Altura del codo (AC):** Distancia vertical desde el suelo hasta el punto óseo más bajo del codo flexionado.
4. **Altura hombro (AH):** Distancia vertical desde el suelo hasta el acromion.

²⁹Márquez R. Elio. Ergonomía I. Fundamentos de Antropometría. Instituto de diseño valencia. Valencia, 2002.

5. **Altura del puño (AP):** Distancia vertical desde el suelo hasta el eje de presión del puño.
6. **Anchura del cuerpo (ACP):** Es la distancia máxima entre las partes más salientes de los músculos deltoides, cuidando de no comprimir los tejidos blandos.
7. **Profundidad máxima del cuerpo (PMCP):** Es la distancia de la pared al punto más anterior del cuerpo, cualquiera que este sea.
8. **Alcance asimiento vertical (AAV):** Distancia vertical desde el suelo hasta el centro de una barra que la mano del individuo sostiene agarrada a la máxima altura posible sin experimentar molestias o incomodidad alguna.
9. **Alcance lateral del brazo (ALB):** Es la distancia que se toma desde el eje central del cuerpo hasta la superficie exterior de una barra sostenida por la mano derecha de una persona erguida de pie y con el brazo al frente y de forma horizontal lo mas estirado posible sin que experimente molestia e incomodidad alguna.

Medidas en Posición antropométrica modificada (P.A.B):

P.A.S: el sujeto se sitúa en el asiento de mediciones de manera que ambos pies queden apoyados de forma plana sobre el plano que hace función de piso, que el borde del asiento no ejerza presión sobre los muslos y que los mismos queden en posición horizontal formando un ángulo de 90 grados entre el tronco y las piernas.

1. **Alcance máximo del brazo (AMB):** Distancia horizontal desde el plano vertical (posición de la espalda) estando la extremidad superior extendida hasta el eje del puño de la mano.
2. **Alcance mínimo del brazo (AMIB):** Distancia horizontal desde la parte posterior del brazo (a la altura del codo) hasta el eje del puño.
3. **Alcance vertical asimiento sedente (AAVS):** Es la altura que se toma a partir de la superficie del asiento hasta el borde superior de una barra que se mantiene agarrada con la mano y la extremidad superior levantada sin sentir molestia alguna.
4. **Altura sentado erguido (ASE):** Distancia vertical desde una superficie de asiento horizontal hasta el vertex.
5. **Altura de los ojos, sentado (AOS):** Distancia vertical desde el eje que pasa por el centro de la pupila hasta la superficie horizontal del asiento.
6. **Altura del codo, sentado (ACS):** Distancia vertical desde el plano del asiento hasta el punto óseo más bajo del codo, cuando el brazo esta paralelo a la línea media del tronco y formando un ángulo de 90 grados con el antebrazo.
7. **Altura del muslo (AM):** Distancia vertical desde el punto más alto del muslo y el plano horizontal del asiento.
8. **Altura iliocrestal, sentado (AI):** Distancia vertical desde la espina iliaca anterior y superior hasta el plano horizontal del asiento, al estar el sujeto sentado con el tronco perpendicular al plano del asiento formando un ángulo de 90 grados con los muslos.
9. **Altura subescapular (AS):** Distancia vertical desde el ángulo inferior de la escapula hasta el plano del asiento.
10. **Altura de la rodilla (AR):** Distancia vertical desde el plano horizontal del piso hasta el borde superior de la rotula.
11. **Altura poplítea (AP):** Distancia vertical desde la superficie de apoyo de los pies hasta la zona inmediata posterior a la rodilla con esta doblada en ángulo recto.

12. **Longitud sacro rotula (LSR):** Distancia horizontal desde el vértice de la rotula hasta el punto posterior de la nalga.
13. **Longitud sacro poplíteo (LSP):** Distancia desde el punto de la depresión poplíteo hasta el punto posterior de la nalga.
14. **Longitud del muslo (LM):** Distancia desde el vértice de la rotula hasta la depresión producida entre la parte posterior del muslo y el abdomen.
15. **Anchura de la cadera sentado (ACS):** Anchura del cuerpo medida en la parte más ancha de las caderas.
16. **Anchura codo a codo (ACC):** Distancia máxima horizontal que separa las superficies laterales de los codos.
17. **Espesor abdominal sentado (EAS):** Máximo espesor del abdomen en posición sentado.

2. Antropometría Dinámica:

- **Posición de referencia:** es aquella a partir de la cual se miden los movimientos articulares.
- **Flexión:** se denomina así al movimiento consistente en doblarse o disminuir el ángulo entre dos partes del cuerpo, podemos decir que es un movimiento en el cual un segmento del cuerpo se desplaza en un plano sagital con respecto a un eje transversal, aproximándose al segmento adyacente.
- **Extensión:** esta consiste en enderezarse, o aumentar el ángulo entre dos segmentos del cuerpo, es un movimiento sagital respecto a un eje transversal tal que, desde una posición de flexión, retorna a la posición del cuerpo de referencia o la sobrepasa.
- **Abducción:** este movimiento consiste en acercar a la línea media del cuerpo, el movimiento se efectúa en el plano frontal, en torno de un eje antero-posterior, que aproxima el segmento corporal comprometido a la línea media.
- **Abducción de la mano:** consiste en separa los dedos, uno de otro, en un plano
- **Aducción:** en este caso el movimiento consiste en alejarse de la línea media del cuerpo, movimiento que se efectúa en un plano frontal, en torno de un eje antero-posterior, el segmento corporal se aleja de la línea media.
- **Aducción del pulgar:** es extenderlo o flexionarlo en torno a la palma de la mano.
- **Aducción de la mano:** consiste en cerrar los dedos uno contra otro, en un plano.
- **Pronación:** el movimiento consiste en hacer girar el antebrazo de tal modo que la
- Palma de la mano quede hacia abajo.
- **Supinación:** consiste en hacer girar el antebrazo de tal modo que la palma de la mano quede hacia arriba
- **Circundicción:** este movimiento consiste en que una parte del cuerpo describe un cono cuyo vértice está en la articulación y su base en la extremidad distal de esa parte y no necesita rotación.

- **Hiperextensión:** de los dedos, empujar con los dedos estando la mano en posición neutra.
- **Pinza palpar:** tomar un objeto con los dedos índice, mayor, anular y meñique, (flexionados sujetando un objeto). También se define así, la toma por oposición entre el pulgar y otro dedo opuesto solamente.
- **Compresión digital:** es la acción de presionar en forma plana con los dedos
- **Compresión palpar:** es la acción de presionar un objeto con la palma de la mano
- **Rotación:** acción de girar un segmento corporal en torno de una articulación o varias.
- **Flexión de tronco:** encorvarse, inclinarse hacia delante.
- **Lateralización:** es el inclinarse hacia un lado pivotando sobre la cadera

4. MATERIAL Y EQUIPO

- Pesa (balanza)
- Calibrador pie de rey
- Cinta métrica
- Silla antropométrica
- Goniómetro
- Antropómetro
- Cajas de cartón con un peso aproximado de 15kg, llenas de bolsas de poliuretano.
- Mesas de trabajo
- Pallets

5. COMPOSICIÓN Y FUNCIONES DEL GRUPO DE TRABAJO

Los equipos de trabajo deben estar constituidos por máximo 5 estudiantes, por ser una prueba de trabajo física (cuando en el puesto de trabajo seleccionado se realice una actividad física demandante) solo se permitirán estudiantes que no padezcan ninguna enfermedad cardiovascular y que no hayan ingerido alimentos recientemente.

Asignación de funciones por estudiante que participe.

Recolección de datos: dos (2) integrantes del equipo de trabajo deben ser los encargados de la toma y registro de los valores obtenidos, también son los

encargados de organizar y disponer de cada uno de los elementos que hacen falta para la práctica.

Sujetos de mediciones: dos (2) estudiantes del equipo de trabajo que van a ser sujeto de mediciones y van a realizar alguna labor en la cual se van a registrar las mediciones dinámicas.

Jefe de grupo: será el responsable de asignar y hacer cumplir las funciones de cada estudiante con el fin que los diversos pasos del proceso tengan fluidez.

Cada grupo de trabajo debe realizar la práctica de manipulación manual de carga y de empuje y tracción de carga.

6. METODOLOGIA

PRIMERA PARTE DE LA PRÁCTICA ANTROPOMETRIA ESTATICA

Para iniciar la práctica de laboratorio se recomienda que el sujeto se encuentre con la ropa mínima y descalzos, ya que el vestuario puede distorsionar las mediciones.

Los equipos a utilizar deben de estar calibrados y se deben de manipular con cuidado.

Los estudiantes tomaran las medidas antropométricas estáticas descritas en el anexo 4 y mencionadas en los términos y definiciones, posteriormente lo registraran en los anexos 1, 2 y 3.

SEGUNDA PARTE DE LA PRÁCTICA ANTROPOMETRIA DINAMICA

Para esta parte de la práctica el estudiante deberá seleccionar un puesto de trabajo cualquiera, preferiblemente uno donde el colaborador realice giros de tronco y articulaciones notables que permitan una toma de datos más completa sobre el lugar de trabajo, un puesto de trabajo propuesto seria un manipulador de carga, cuyo trabajo es levantar cajas desde una altura y acomodarlas en otra.

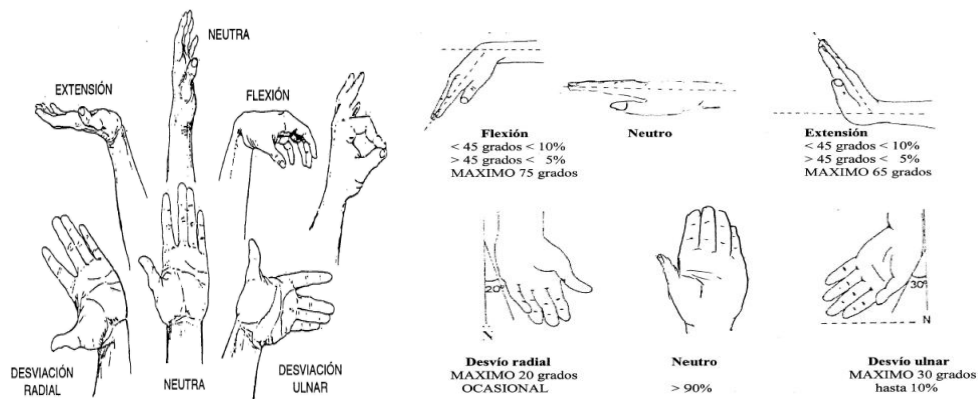
El estudiante debe levantar diagramas del puesto de trabajo actual, e identificar y registrar con ayudas de imágenes fotográficas, la mayor cantidad de movimientos observados, estos movimientos está descrito en los términos y definiciones mencionados con anterioridad. La toma de esta información se diligenciara en los cuadros del Anexo 5.

El estudiante debe de tomar imágenes en los movimientos identificados como principales en la tarea. Debe tener en cuenta que, en un tipo de tarea pueden resultar varios movimientos, por ejemplo, un brazo puede estar elevado y a la misma vez flexionado. Estos datos se deberán registrar en el anexo 5, en el mismo cuadro.

Los encargados de la recolección de datos deben elaborar cuadros donde se identifique fácilmente el dato antropométrico registrado, se debe dar una breve explicación del movimiento, esto puede ser con ayuda de imágenes.

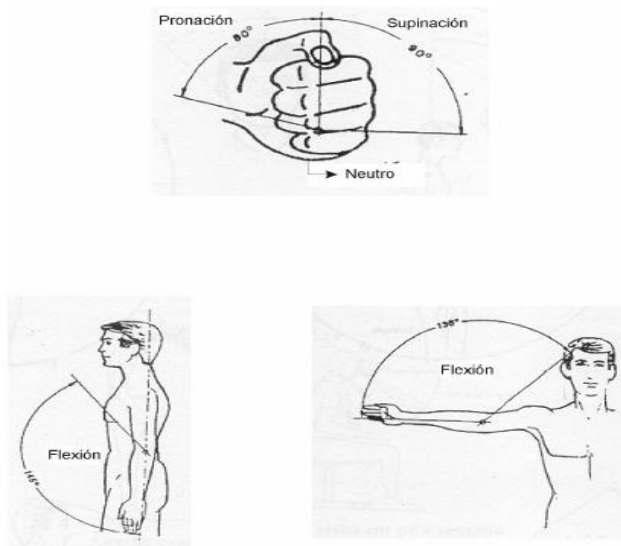
Mediciones importantes que el estudiante debe tener en cuenta para el análisis de la tarea

Figura 1. Diferentes posturas de las manos



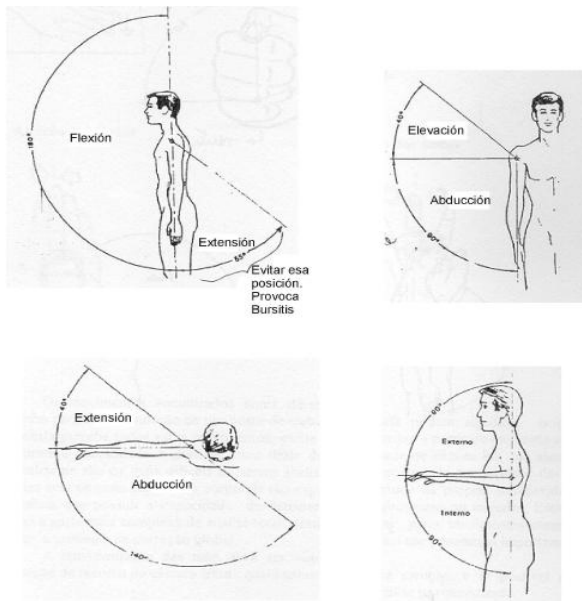
Fuente: Mónde-lo-Gregori-Blasco-Barrau 2001

Figura 2. Movimientos de los antebrazos



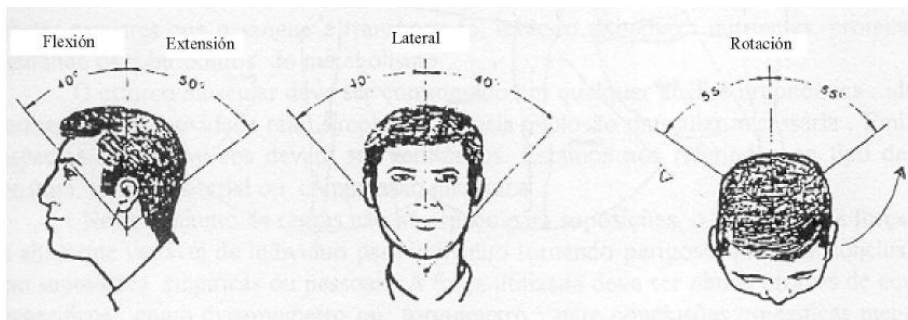
Fuente: Mónde-lo-Gregori-Blasco-Barrau 2001

Figura 3. Movimiento de los brazos y hombros



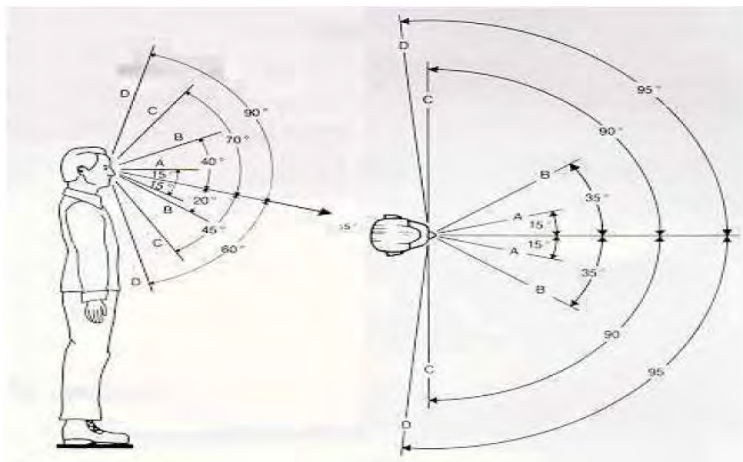
Fuente: Mónde-lo-Gregori-Blasco-Barrau 2001

Figura 4. Movimientos de la cabeza



Fuente: Mónde-lo-Gregori-Blasco-Barrau 2001

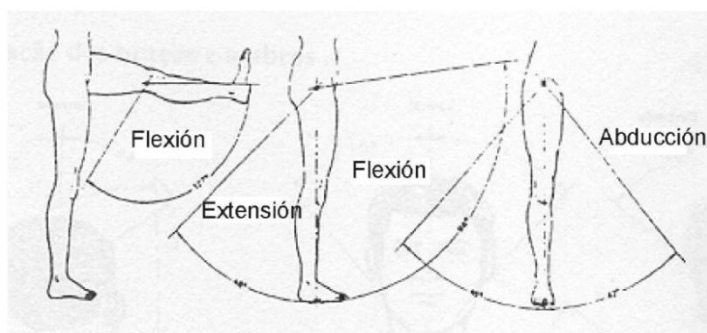
Figura 5. Ángulos recomendados para la visión



Donde A es el ángulo óptimo de visión B el ángulo máximo recomendado C ángulo máximo de visión y D ángulo límite de visión

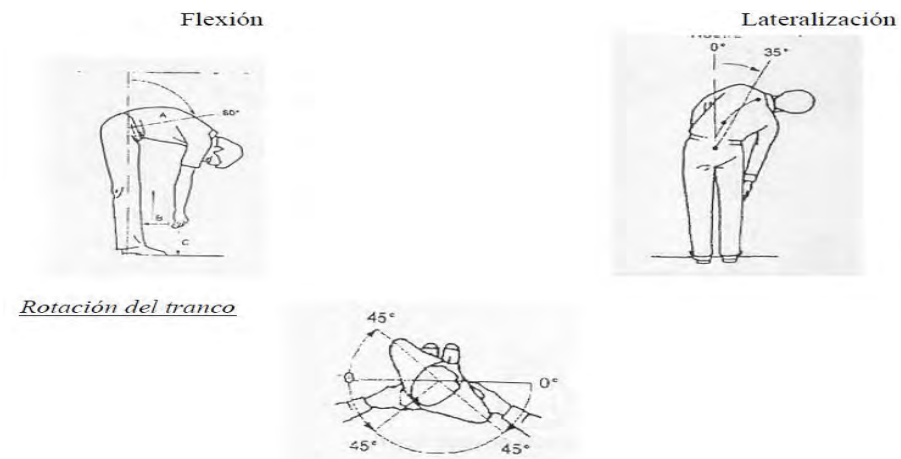
Fuente: Mónde-lo-Gregori-Blasco-Barrau 2001

Figura 6. Movimientos de las piernas



Fuente: Mónde-lo-Gregori-Blasco-Barrau 2001

Figura 7. Movimiento del tronco



Fuente: Mándelo-Gregori-Blasco-Barrau 2001

7. INFORME

La información se anotará en modelos habilitados por cada individuo (Véase Anexo 1y 2).

Se compilara la información en una sola cuadro (Véase Anexo 3) y realizando todo el procesamiento estadístico correspondiente.

El registro de datos antropométricos dinámicos debe hacerse en cuadros donde se describa brevemente cada actividad identificada, esto se debe hacer con ayuda de imágenes, se pueden utilizar software que permitan el estudio de ángulos sobre las imágenes registradas.

8. SOBRE LA PRESENTACIÓN DE LOS INFORMES DE LAS PRÁCTICAS³⁰

El informe se presentará preferiblemente mecanografiado, o manuscrito con tinta y letra clara. Los informes se entregarán dentro de una carpeta donde se señale lo siguiente:

1. Título de la práctica.
 - Nombre de los autores del informe.
 - Grupo de clases.
 - Fecha.
 - Las páginas se numerarán en el margen inferior derecho.
 - La estructura general del informe será la siguiente:
 - Carátula
 - Índice
 - Resumen
 - Fundamentos teóricos
 - Materiales y métodos
 - Resultados
 - Conclusiones y Recomendaciones

³⁰MARTINEZ OROPEZA, Ciro. Manual para prácticas de laboratorio Higiene y Seguridad Industrial. Universidad Nacional de Colombia sede Palmira.

- Bibliografía
- Anexos
- Índice: Se indica la página donde inicia y contiene cada parte abordada en el informe. (0.5 puntos).
- Resumen ejecutivo: En una página máxima, se redactará un resumen ejecutivo de la práctica que debe reflejar todo su contenido en forma muy breve, entre otros aspectos: objetivos, procedimientos, resultados, conclusiones, recomendaciones y beneficios, no se incluirán en este resumen: bibliografías, dibujos o expresiones matemáticas. (0.5 punto).
- Fundamentos teóricos: Documentados entre dos y cinco páginas donde se expliquen los antecedentes, objetivos y fundamentos teóricos del experimento: se citarán las referencias bibliográficas y se referirá de forma explícita el cumplimiento de las hipótesis u objetivos trazados. (1.0 punto).
- Materiales y métodos: Se explicarán los métodos experimentales utilizados para la obtención de resultados, relacionando los nombres de equipos e instrumentos, así mismo se relacionarán y detallarán las técnicas utilizadas para el procesamiento de la información obtenida durante el experimento. (1.0 punto).
- Resultados: Los resultados se resumirán en cuadros y gráficos, y se analizarán. Los cálculos deben aparecer en anexos. (3.0 puntos).
- Conclusiones y recomendaciones: Las conclusiones se redactarán de manera concisa, especialmente las relativas a las hipótesis u objetivos enunciados en los fundamentos teóricos, las recomendaciones se deben referir a las posibles aplicaciones prácticas de los resultados y conclusiones y a la posible eliminación futura de las deficiencias y limitaciones encontradas durante la realización del experimento. (3.0 puntos).
- Bibliografía: Se presentarán los títulos de los libros consultados en orden alfabético por autores (bibliografía). Las referencias o bibliografías deben aparecer con los siguientes datos y secuencia: primer y segundo apellidos, nombre (pueden ser iniciales) si hay otros autores se pone y otros, dos puntos, título del libro subrayado, casa editorial, país o ciudad, y páginas consultadas, cada dato se separa por comas. (0.5 punto).
- Anexos: Se incluyen los datos técnicos, especificaciones de equipos e instrumentos de laboratorio, así como todos los cálculos realizados. (0.5 puntos).

9. ANEXOS

Anexo 1. PROFORMA POSICIÓN ANTROPOMETRICA BÍPEDA

SEXO:	FECHA DE MEDICIÓN:	DIMENSIONAMIENTO (CM)									
N°	CARACTERÍSTICAS ANTROPOMÉTRICAS	EDAD DECIMAL DEL CADA INDIVIDUO									
1	ESTATURA										
2	PESO TOTAL DEL SUJETO										
3	ALTURA DE LOS OJOS										
4	ALTURA DEL HOMBRO										
5	ALTURA DEL CODO										
6	ALTURA DEL PUÑO										
7	ANCHURA DEL CUERPO										
8	PROFUNDIDAD MÁXIMA DEL CUERPO										
9	ALCANCE ASIENTO VERTICAL										
10	ALCANCE LATERAL DEL BRAZO										

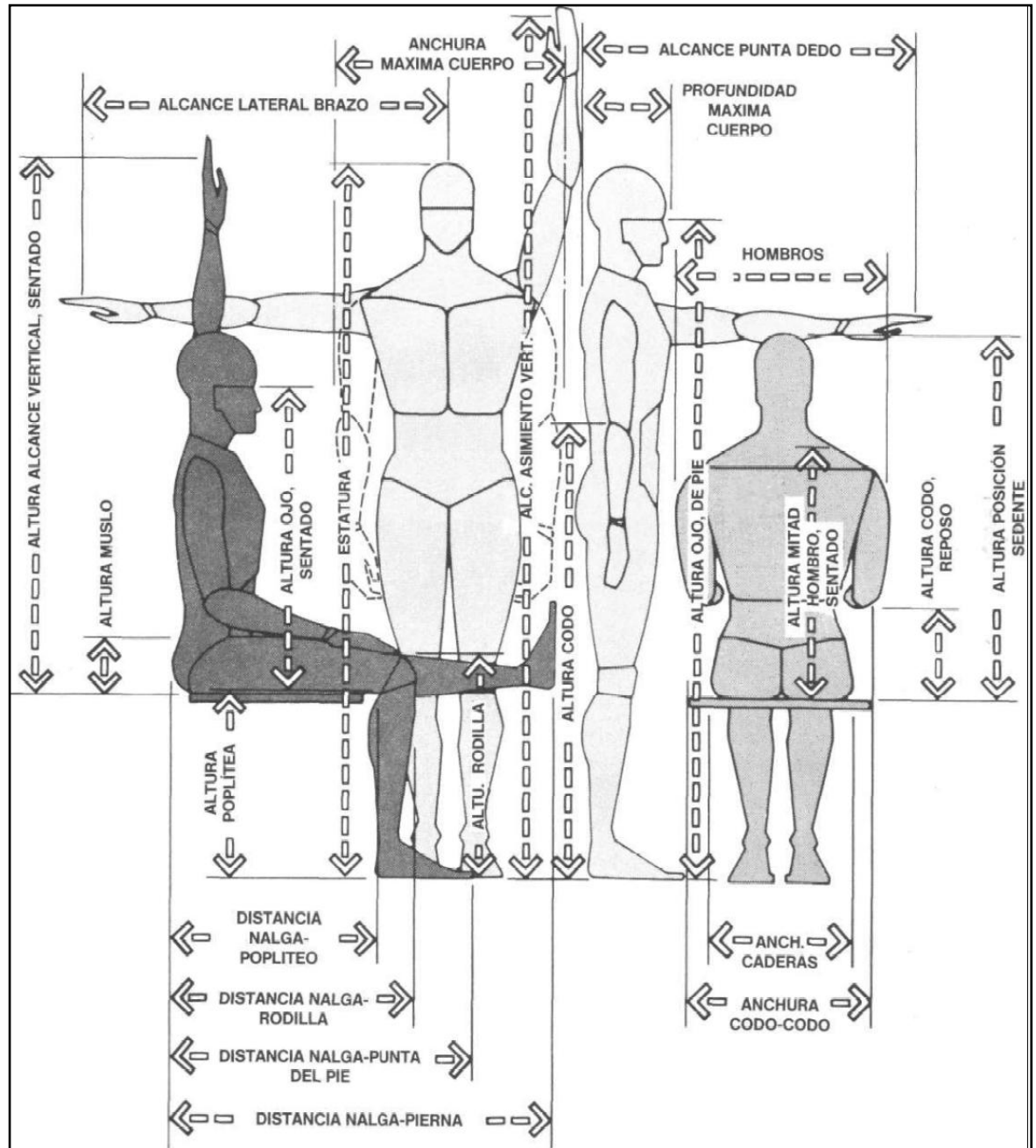
Anexo 2. PROFORMA POSICIÓN ANTROPOMETRICA MODIFICADA

SEXO:	FECHA DE MEDICIÓN:	DIMENSIONAMIENTO (CM)									
N°	CARACTERÍSTICAS ANTROPOMÉTRICAS	EDAD DECIMAL DEL CADA INDIVIDUO									
1	ALCANCE MÁXIMO DEL BRAZO										
2	ALCANCE MÍNIMO DEL BRAZO										
3	ALCANCE ASIENTO VERTICAL SENTADO										
4	ALTURA SENTADO ERGUIDO										
5	ALTURA DE LOS OJOS, SENTADO										
6	ALTURA DEL CODO, SENTADO										
7	ALTURA DEL MUSLO										
8	ALTURA ILIOCRESTAL, SENTADO										
9	ALTURA SUBESCAPULAR										
10	ALTURA DEL RODILLA										
11	ALTURA POPLITEA										
12	LONGITUD SACRO ROTULA										
13	LONGITUD SACRO POPLITEA										
14	LONGITUD DEL MUSLO										
15	ANCHURA DE LA CADERA SENTADO										
16	ANCHURA DE CODO A CODO										
17	ESPESOR ABDOMINAL SENTADO										

Anexo 3. PROFORMA ANTROPOMETRICA RESUMEN DE LOS DATOS

INFORMACIÓN ANTROPOMÉTRICA DE LA POBLACIÓN ESTUDIADA				PERCENTILES					
N°	CARACTERÍSTICAS ANTROPOMÉTRICAS	X MEDIANA	DESVIAC. ESTÁNDAR	5	10	20	80	90	95
	ALCANCE ASIMIENTO VERTICAL SEDENTE								
1	ESTATURA								
2	PESO TOTAL DEL SUJETO								
3	ALTURA DE LOS OJOS								
4	ALTURA DEL HOMBRO								
5	ALTURA DEL CODO								
6	ALTURA DEL PUÑO								
7	ANCHURA DEL CUERPO								
8	PROFUNDIDAD MÁXIMA DEL CUERPO								
9	ALCANCE ASIMIENTO VERTICAL								
10	ALCANCE LATERAL DEL BRAZO								
11	ALCANCE MÁXIMO DEL BRAZO								
12	ALCANCE MÍNIMO DEL BRAZO								
13	ALCANCE ASIMIENTO VERTICAL SEDENTE								
14	ALTURA SENTADO O ERGUIDO								
15	ALTURA DE LOS OJOS, SENTADO								
16	ALTURA DEL CODO, SENTADO								
17	ALTURA DEL MUSLO								
18	ALTURA ILIOCRESTAL, SENTADO								
19	ALTURA SUBESCAPULAR								
20	ALTURA DEL RODILLA								
21	ALTURA PÓPLITEA								
22	LONGITUD SACRO ROTULA								
23	LONGITUD SACRO PÓPLITEA								
24	LONGITUD DEL MUSLO								
25	ANCHURA DEL ACADERAS SENTADO								
26	ANCHURA DEL CODO ACODO								
27	ESPESOR ABDOMINAL SENTADO								

Anexo 4. MEDICIONES EN POSICIONES ANTROPOMETRICAS



Fuente: Tomada de Panero, Julius; Zeinik. Las dimensiones humanas en los espacios interiores. Estándares antropométricos. México. G. Gill. Ed. 7. 1996. p 30.

Anexo 5. Medidas Antropométricas dinámicas

	Flexión	Elevación	Pronación	supinación	neutro	extensión	abducción	Rotación	Lateral
Antebrazo									
Brazos y hombros									
Cabeza									
Piernas									
Tronco									

	Flexión	Neutro	Extensión	Desv. Radial	Desv. Ulnar
Manos					

11. BIBLIOGRAFIA

ACERO, José. Cineantropometría. Fundamentos y procesos. Cali, Colombia: Faid Editores, 2002. 160p. ISBN: 958-87142-1-8.

MAC DOUGALL, J Duncan; WENGER, Howard A y GREEN, Howard J. Evaluación Fisiológica del deportista. 3 ed. España.: Editorial Puidotribo, 2005. P 277.

Acero J. O-SCALE SYSTEM: Bases Teórico-Prácticas. Texto guía para orientación de Seminarios talleres en el área de Cineantropometría. Consejo Latino Americano de Ciencias Aplicadas (CLACED). Pamplona-Colombia: 1993.

Ramírez Cavasa Cesar. Ergonomía y Productividad. Noriega Editores. México 1991. P. 53

Álvarez Llana Francisco J. Ergonomía y psicología aplicada: Manual para la formación del especialista. Editorial Lex Nova, 2007. P. 164

MARTINEZ OROPEZA, Ciro. Manual para prácticas de laboratorio Higiene y Seguridad Industrial. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira.

RESULTADOS

Conclusiones y recomendaciones del análisis estadístico de las mediciones antropométricas estáticas.

Exactitud en la toma de datos.

Investigación sobre el concepto de antropometría dinámica.

Elaboración de cuadros para la recolección de información.

Registro de información a través de diagramas e imágenes de los puestos de trabajo.

Evaluación del puesto de trabajo seleccionado teniendo en cuenta los alcances máximos corporales.

Conclusiones y recomendaciones sobre el puesto de trabajo seleccionado, teniendo en cuenta las actividades realizadas en este, evaluando los alcances máximos aceptables.

En la parte de la practica donde se realizan la toma de datos antropométricos dinámicos se deben mostrar cuadros donde se describa cada actividad identificada por los estudiantes cada datos antropométrico debe estar explicado brevemente.

ANEXO B. Guías del docente



GUIA DEL DOCENTE

DETERMINACIÓN DEL GASTO ENERGETICO Y CAPACIDAD DE TRABAJO FISICO

4. OBJETIVOS

- Comparar resultados con el análisis que se realiza a través de los cuadros contenidos en la norma ISO 8996: 2004 e ISO-7243.
- Proponer medidas para mejorar las condiciones de trabajo disminuyendo el gasto energético.

5. MARCO TEORICO

La eficiencia mecánica del cuerpo humano no rebasa en el mejor de los casos en ejercicios muy dinámicos el 20% (según algunos autores, pudiera llegarse al 25-30%). Esto significa que de la energía que se consume para realizar un trabajo físico sólo la cuarta parte, en contadas ocasiones, se aprovecha como trabajo útil y el resto se pierde en forma de calor. Todo tipo de trabajo requiere por parte del trabajador un consumo de energía mayor cuanto mayor sea el esfuerzo solicitado. La realización de un trabajo muscular implica el poner en acción una serie de músculos que aportan la fuerza necesaria; según la forma en que se produzcan las contracciones de estos músculos el trabajo desarrollado se puede considerar como estático o dinámico.

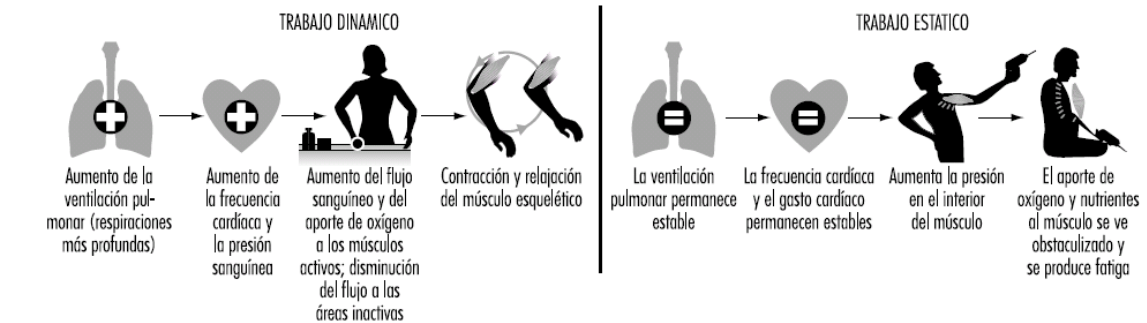
El trabajo muscular se denomina estático cuando la contracción de los músculos es continua y se mantiene durante un cierto período de tiempo.

El trabajo dinámico, por el contrario, produce una sucesión periódica de tensiones y relajamientos de los músculos activos, todas ellas de corta duración.³¹

³¹La carga física de trabajo: definición y evaluación. España: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (NTP 177).

Figura 1. Trabajo estático frente a trabajo dinámico

Figura 29.10 • Trabajo estático frente a trabajo dinámico.



Fuente: LAURING, Wolfgang; y VEDDER Joachim. 1998. Ergonomía. En: STELLMAN, Jeanne Mager. Chantal Dufresne, BA. Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. Madrid.

GASTO ENERGETICO El consumo energético que nos interesa es el debido a la realización del trabajo, es decir el "metabolismo de trabajo". Sin embargo, si queremos calcular o definir la actividad física máxima, es necesario establecer el consumo energético total, que incluye los siguientes factores:

- ☐ Metabolismo basal.
- ☐ Metabolismo extraprofesional o de ocio.
- ☐ Metabolismo de trabajo.

El metabolismo basal, que depende de la talla, el peso y el sexo, y es proporcional a la superficie corporal, es el consumo mínimo de energía necesario para mantener en funcionamiento los órganos del cuerpo, independientemente de que se trabaje o no. Experimentalmente se ha calculado (Scherrer, 1967) que para un hombre de 70 Kgs. es aproximadamente de 1700 Kcal/día y para una mujer de unos 60 Kgs. de unas 1400 Kcal/día. Dentro del metabolismo basal se incluye el metabolismo llamado de reposo que se refiere al consumo energético necesario para facilitar la digestión y la termorregulación.

El metabolismo extraprofesional o de ocio es el debido a otras actividades habituales, como puede ser el aseo, vestirse, etc. y que como media se estima (Lehmann, 1960) un consumo de unas 600 Kcal/día para el hombre y de 500 Kcal/día para la mujer.

El metabolismo de trabajo se calcula teniendo en cuenta dos factores:

- ☐ Carga estática (posturas).
- ☐ Carga Dinámica.
 - o Desplazamiento.
 - o Esfuerzos musculares.
 - o Manutención de cargas.

Para la medición del consumo metabólico o carga de trabajo se pueden utilizar varios métodos (directos e indirectos). Entre los más importantes se encuentran el que permite su estimación a través de cuadros y su definición basado en el método de calorimetría indirecta.³²

Consumo metabólico según el tipo de actividad

Mediante este sistema se puede clasificar el consumo metabólico en reposo, ligero, moderado, pesado o muy pesado, en función del tipo de actividad desarrollada. El término numérico que se obtiene representa sólo el valor medio, dentro de un intervalo posible demasiado amplio. Desde un punto de vista cuantitativo el método permite establecer cuál es el nivel aproximado de gasto metabólico. Por su simplicidad es un método bastante utilizado.

Metabolismo Ligero

Sentado con comodidad: trabajo manual ligero (escritura, picar a máquina, dibujo, costura, contabilidad); trabajo con manos y brazos (pequeños útiles de mesa, inspección, ensamblaje o clasificación de materiales ligeros); trabajo de brazos y piernas (conducir un vehículo en condiciones normales, maniobrar un interruptor con el pie o con un pedal).

De pie: taladradora (piezas pequeñas); fresadora (piezas pequeñas); bobinado, enrollado de pequeños revestimientos, mecanizado con útiles de baja potencia; marcha ocasional (velocidad hasta 3,5 km / h).

Metabolismo moderado

Trabajo mantenido de manos y brazos (claveteado, llenado); trabajo con brazos y piernas (maniobras sobre camiones, tractores o máquinas); trabajo de brazos y tronco (trabajo con martillo neumático, acoplamiento de vehículos, enyesado, manipulación intermitente de materiales moderadamente pesados, recolección de frutos o de legumbres); empuje o tracción de carreteras ligeras o de carretillas; marcha a una velocidad de 3,5 a 5,5 km/hora; forjado.

Metabolismo pesado

Trabajo intenso con brazos y tronco; transporte de materiales pesados; trabajos de cava; trabajo con martillo; serrado; cincelado de madera dura; segar a mano; excavar; marcha a una velocidad de 5,5 a 7 km/hora. Empuje o tracción de carretas o de carretillas muy cargadas, levantar las virutas de piezas moldeadas, colocación de bloques de hormigón.

Metabolismo muy pesado

Actividad muy intensa a marcha rápida cercana al máximo; trabajar con el hacha; acción de palear o de cavar intensamente; subir escaleras, una rampa o una escalera; andar rápidamente con pasos pequeños, correr, andar a una velocidad superior a 7 km/h.

³²La carga física de trabajo: definición y evaluación. España: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (NTP 177).

Respecto a los límites, en relación al consumo de energía, se admite que para una actividad física profesional, repetida durante varios años, el metabolismo de trabajo no debería pasar de 2000-2500 Kcal/día (Scherrer, 1967 y Grandjean, 1969), cuando se sobrepasa este valor el trabajo se considera pesado.

METODOS CALORIMETRICOS

CALOMETRIA DIRECTA

Solo alrededor del 40% de la energía liberada durante el metabolismo de la glucosa y de las grasas se usa para producir ATP. El restante 60% se convierte en calor. Por lo que un modo de estimar el ritmo y la intensidad de producción de energía es medir la producción de calor de nuestro cuerpo. Esta técnica se llama **calorimetría directa**.

El método más usado para medir el consumo energético es valorando el intercambio de oxígeno y dióxido de carbono que se produce durante la fosforilación oxidativa. Como lo es la ergoespirometría.³³

CALORIMETRIA INDIRECTA CIRCULATORIA

El termino de calorimetría indirecta implica que el calor liberado por los procesos químicos dentro del organismo puede ser calculado indirectamente de la tasa de consumo de oxígeno. Asumiendo que todo el oxígeno es usado para oxidar los sustratos degradables y que todo el CO₂ producido es recuperado, es posible calcular la cantidad total de energía producida.³⁴

Determinación de gases en sangre arterial y venosa mezclada con la consiguiente resolución de fórmulas según el principio de Fick:

$$G.E.= VO_2 \times 4,838 \times 1,44 \text{ (Ecuación 1)}$$

La capacidad de trabajo físico (CTF)

El gasto energético de un puesto de trabajo deberá confrontarse contra la **capacidad de gasto energético** que tiene el trabajador que labora en ese puesto. A esta capacidad de gasto energético se le llama **Capacidad física para el trabajo (CFT)** se define la capacidad de trabajo físico (CTF) como la cantidad máxima de oxígeno que puede procesar o metabolizar un individuo, por lo que también se le denomina capacidad aeróbica o potencia máxima aeróbica, pues la cantidad de energía anaeróbica con que puede contar el hombre es muy pequeña, comparada con la aeróbica. Las diferencias individuales respecto a la capacidad de trabajo físico son significativas, aunque es posible hacer estimaciones para situaciones que no sean críticas.³⁵

³³WILMORE, Jack H. Y COSTILL, David L. Fisiología Del Esfuerzo y Del Deporte. España: Paidotribo. Ed.6, 2007.

³⁴HERNANDEZ RODRIGUEZ, Manuel y SASTRE GALLEGO, Ana. Tratado de Nutrición. Madrid: Diez de santos; 1999.

³⁵MONDELO, Pedro R; GREGORI, Enrique Y BARRAU, Pedro. Ergonomía 1. Fundamentos. Barcelona: Editores UPC. Ed. 1, 1994.

La CTF se puede medir sometiendo al sujeto, bajo determinadas condiciones ambientales, a un aumento progresivo de la carga de trabajo físico, lo que irá provocando el incremento del consumo de oxígeno hasta que, a un nuevo incremento de la carga de trabajo, ya no se producirá más incremento del consumo de oxígeno. En ese momento el individuo habrá llegado a su potencia máxima aeróbica. La CTF depende de factores individuales como son sexo, edad, entrenamiento, condiciones ambientales, estados emocionales, etc, y disminuye con la fatiga.

Conocidos el gasto que provoca la tarea y la capacidad de trabajo físico del trabajador que la va a realizar, es posible diseñar y organizar el trabajo adecuadamente, incluyendo frecuencias de movimientos, posiciones, esfuerzos, formas de llevar la carga, tiempos y descansos o cambios de actividad, etc. De la misma forma, con unos valores óptimos de referencia, es posible hacerlo para todo un colectivo de trabajadores.³⁶

6.MATERIAL Y EQUIPO

- ☐ Pulso metro
- ☐ Balanza
- ☐ Equipo de ergoespirometria
- ☐ Tarros plásticos
- ☐ Fichas legos
- ☐ Cajones de madera

7.RESULTADOS

7.1 TEST DEL ESCALÓN (McArdle)

Cálculos:

Duración: 3 minutos Es necesario entrenar la cadencia del paso antes de empezar la prueba para que la toma de datos sea correcta

Cadencia: 22 pasos/min para mujeres 24 pasos/min para hombres

Altura del paso: 16.25 pulgadas 1 Pulgada Aprox 2.54 Cm 41.27 cm

Toma del Pulso cardiaco: lecturas de 15 segundos tomadas entre 5 y 20 segundos después del ejercicio. (Este valor no es necesario sacarlo ya que este es proporcionado por el pulsometro).Estudios (McArdle, Katch, Pechar, Jackson, &Ruck, 1972; McArdle, Pechar,Katch, &Magel, 1973) han estimado el consumo máximo de oxigeno basado en el ritmo cardiaco después del ejercicio en el test del escalón de 3 minutos, la cantidad de oxigeno máximo consumido puede derivarse de las siguientes ecuaciones.

³⁶MONDELO, Pedro R; GREGORI, Enrique Y BARRAU, Pedro. Ergonomía 1. Fundamentos. Barcelona: Editores UPC. Ed. 1, 1994.

Hombres:

$$VO_{2\max} (ml/Kg/min) = 111.33 - (0.42 \times HR)$$

Mujeres:

$$VO_{2\max} (ml/Kg/min) = 65.81 - (0.1847 \times HR)$$

HR: Ritmo Cardíaco (Obtenido del pulsómetro)

8. Ergoespirometría

8.1 Se acomoda el puesto de trabajo de la siguiente manera:

En una mesa se colocaran todos los tarros vacíos y sin tapa, las tapas y las fichas legos. A un lado no tan cerca del trabajador se coloca la caja de madera en el suelo, de tal manera que pueda desplazarse un poco y agacharse, sin problema por el equipo de ergoespirometría.

8.2 La función a realizar dicho sujeto debe quedar clara para que la práctica se realice de forma satisfactoria. De la siguiente manera:

El sujeto agarra un tarro e introduce dos fichas legos en el tarro y posteriormente tapa el tarro. Verifica que este bien sellado y se dirige al cajón de madera y realiza flexión de extremidades inferiores e introduce el tarro en el cajón. Se para y vuelve a coger otro tarro y repite el proceso. El tiempo de dicha actividad que realiza el sujeto es de 15 minutos.

8.3 Una vez se tenga clara la actividad a realizar, el sujeto se procede con ayuda del instructor a colocar la mascarilla y a empezar a funcionar el equipo de ergoespirometría.

8.4 Cuando ya se esté listo se empieza con la actividad hasta el tiempo acordado.

8.5 Se debe hallar el gasto calórico y determinar la capacidad física del sujeto y así poder proceder a analizar el método actual del trabajo y mejorarlo.

8.6 Volver a realizar la actividad pero ya con el método mejorado y lo que se espera es que el gasto calórico haya disminuido.

Resultados:

TOMA	HR
1	100
2	120
3	125
4	140
5	140
Promedio	125

Hombre de aproximadamente 28 años:

$$VO_{2\max}(ml/Kg/min)=111.33-(0.42 \times 125)=58.83$$

Verificando el resultado en la cuadro del anexo 1, podemos decir que el consumo de oxígeno es excelente.

Con el resultado anterior se puede hallar el gasto energético, con la ecuación 1:

$$G.E.= VO_2 \times 4,838 \times 1,44$$

$$G.E.= 58.83 \times 4,838 \times 1,44= 409,85$$

9. SOBRE LA PRESENTACIÓN DE LOS INFORMES DE LAS PRÁCTICAS³⁷

El informe se presentará preferiblemente mecanografiado, o manuscrito con tinta y letra clara. Los informes se entregarán dentro de una carpeta donde se señale lo siguiente:

- ☐ Título de la práctica.
- ☐ Nombre de los autores del informe.
- ☐ Grupo de clases.
- ☐ Fecha.
- ☐ Las páginas se numerarán en el margen inferior derecho.
- ☐ La estructura general del informe será la siguiente:
 - ☐ Carátula
 - ☐ Índice
 - ☐ Resumen
 - ☐ Fundamentos teóricos
 - ☐ Materiales y métodos
 - ☐ Resultados
 - ☐ Conclusiones y Recomendaciones
 - ☐ Bibliografía
 - ☐ Anexos
- ☐ Índice: Se indica la página donde inicia y contiene cada parte abordada en el informe. (0.5 puntos).
- ☐ Resumen ejecutivo: En una página máxima, se redactará un resumen ejecutivo de la práctica que debe reflejar todo su contenido en forma muy breve, entre otros aspectos: objetivos, procedimientos, resultados, conclusiones, recomendaciones y beneficios, no se incluirán en este resumen: bibliografías, dibujos o expresiones matemáticas. (0.5 puntos).

³⁷MARTINEZ OROPEZA, Ciro. Manual para prácticas de laboratorio Higiene y Seguridad Industrial. Universidad Nacional de Colombia sede Palmira.

- Fundamentos teóricos: Documentados entre dos y cinco páginas donde se expliquen los antecedentes, objetivos y fundamentos teóricos del experimento: se citarán las referencias bibliográficas y se referirá de forma explícita el cumplimiento de las hipótesis u objetivos trazados. (1.0 punto).
- Materiales y métodos: Se explicarán los métodos experimentales utilizados para la obtención de resultados, relacionando los nombres de equipos e instrumentos, así mismo se relacionarán y detallarán las técnicas utilizadas para el procesamiento de la información obtenida durante el experimento. (1.0 punto).
- Resultados: Los resultados se resumirán en cuadros y gráficos, y se analizarán. Los cálculos deben aparecer en anexos. (3.0 puntos).
- Conclusiones y recomendaciones: Las conclusiones se redactarán de manera concisa, especialmente las relativas a las hipótesis u objetivos enunciados en los fundamentos teóricos, las recomendaciones se deben referir a las posibles aplicaciones prácticas de los resultados y conclusiones y a la posible eliminación futura de las deficiencias y limitaciones encontradas durante la realización del experimento. (3.0 puntos).
- Bibliografía: Se presentarán los títulos de los libros consultados en orden alfabético por autores (bibliografía). Las referencias o bibliografías deben aparecer con los siguientes datos y secuencia: primer y segundo apellidos, nombre (pueden ser iniciales) si hay otros autores se pone y otros, dos puntos, título del libro subrayado, casa editorial, país o ciudad, y páginas consultadas, cada dato se separa por comas. (0.5 puntos).
- Anexos: Se incluyen los datos técnicos, especificaciones de equipos e instrumentos de laboratorio, así como todos los cálculos realizados. (0.5 puntos).

10. BIBLIOGRAFIA

ASTRAND PO. Fisiología del trabajo físico, Bases fisiológicas del ejercicio. Madrid: Editorial MedicaPanamericana; 1992.

LANGE, Anderson, K. et al. Fundamentals of exercise testing, OMS, Ginebra, 1971.

Karlqvist L, Leijon O, Harenstam A. Physical demands in working life and individual physical capacity. Eur. J. Appl. Physiol 2003.

COAST, Richard; CROUSE, Stephen; JESSUP, George. Exercise Physiology Videolabs. Ed. Brown y Benchmark. ISBN. 0-697-22395-7

Ng, Nelson; Metcalc Software, Metabolic calculations in exercise and fitness. Ed. Human Kinetics, 1995. ISBN. 0-87322-527-9

WILMORE, Jack H. Y COSTILL, David L. Fisiología Del Esfuerzo y Del Deporte. España: Paidotribo. Ed.6, 2007.

HERNANDEZ RODRIGUEZ, Manuel y SASTRE GALLEGO, Ana. Tratado de Nutrición. Madrid: Diez de santos; 1999.

MONDELO, Pedro R; GREGORI, Enrique Y BARRAU, Pedro. Ergonomía 1. Fundamentos. Barcelona: Editores UPC. Ed. 1, 1994.

10. ANEXOS

Anexo 1. Normas por edad y genero para predecir el consumo máximo de oxígeno.

CATEGORIA	EDAD	18-25		26-35		36-45		46-55		56-65		>65	
	GENERO	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
EXCELENTE		≥63	≥58	≥58	≥54	≥53	≥46	≥47	≥42	≥43	≥38	≥38	≥33
BUENO		53-62	48-57	50-57	46-53	44-52	39-45	40-46	35-41	37-42	32-37	33-37	28-32
POR ENCIMA DEL PROMEDIO		47-51	42-47	44-49	40-45	40-53	34-38	35-39	31-34	33-36	28-31	29-32	25-27
PROMEDIO		43-46	39-41	40-43	35-39	35-39	31-33	32-34	28-30	30-32	25-27	25-28	22-24
DEBAJODEL PROMEDIO		38-42	34-38	35-39	31-34	32-34	28-30	29-31	25-27	26-29	22-24	22-24	20-21
MALO		31-37	29-33	31-34	26-30	27-31	23-37	26-28	21-24	22-25	19-21	20-21	17-19
MUY MALO		≤30	≤28	≤30	≤25	≤26	≤22	≤25	≤19	≤21	≤18	≤19	≤16

Anexo 2. Clasificación del trabajo de acuerdo a su intensidad

INTENSIDAD	METABOLISMO (Watt/m²)
DESCANSO	M<65
LIGERO	65<M<130
MODERADO	130<M<200
PESADO	200<M<260
MUYPESADO	260<M

Fuente: Adaptada de: ISO 7243, INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARIZATION. Estimación del estrés térmico en el ambiente de trabajo basada en el índice WBGT.

ANEXO 3. Clasificación del trabajo de acuerdo a su requerimiento energético

INTENSIDAD	METABOLISMO(Kcal/h)		CLASIFICACIÓN DE LA GRASA DE TRABAJO FÍSICO	
	HOMBRE	MUJER	Kcal/min	Kcal/h
DESCANSO	>150	<110		
LIGERO	<150	>110	<30	<180
MODERADO	151<M>250	111<M>180	3.0 a 5.1	181 a 306
PESADO	251<M>350	181<M>240	5.11 a 6.8	304 a 408
MUYPESADO	>350	>290	6.81 a 8.5	409 a 510
EXTREMADAMENTE PESADO			>8.5	>510

Fuente: Adaptada de Hudson de Araujo Couto. Ergonomía aplicada ao trabalho, Belo Horizonte: Col. Gráfica e Encadernadora, vol. I; 1995: p 54.

ANEXO 4. Metabolismo basal en función de la edad y sexo

VARONES		MUJERES	
Años de edad	Wattios/m ²	Años de edad	Wattios/m ²
6	61,480	6	58,719
7	60,842	6,5	58,267
8	60,065	7	56,979
8,5	59,392	7,5	55,494
9	58,626	8	54,520
9,5	57,327	8,5	53,940
10	56,260	9-10	53,244
10,5	55,344	11	52,502
11	54,729	11,5	51,968
12	54,230	12	51,365
13-15	53,766	12,5	50,553
16	53,035	13	49,764
16,5	52,548	13,5	48,836
17	51,968	14	48,082
17,5	51,075	14,5	47,258
18	50,170	15	46,516
18,5	49,532	15,5	45,704
19	49,091	16	45,066
19,5	48,720	16,5	44,428
20-21	48,059	17	43,871
22-23	47,351	17,5	43,384
24-27	46,678	18-19	42,618
28-29	46,180	20-24	41,969
30-34	45,634	25-44	41,412
35-39	44,869	45-49	40,530
40-44	44,080	50-54	39,394
45-49	43,349	55-59	38,489
50-54	42,607	60-64	37,828
55-59	41,876	65-69	37,468
60-64	41,157		
65-69	40,368		

ANEXO 5. Metabolismo para la postura corporal. Valores excluyendo el metabolismo basal

Posición del cuerpo	Metabolismo (W/m ²)
Sentado	10
Arrodillado	20
Agachado	20
De pie	25
De pie inclinado	30

ANEXO 6. Metabolismo para distintos tipos de actividades. Valores excluyendo el metabolismo basal

Tipo de trabajo	Metabolismo (W/m ²)	
	Valor medio	Intervalo
Trabajo con las manos		
ligero	15	< 20
medio	30	20 - 35
intenso	40	> 35
Trabajo con un brazo		
ligero	35	< 45
medio	55	45 - 65
intenso	75	> 65
Trabajo con 2 brazos		
ligero	65	< 75
medio	85	75 - 95
intenso	105	> 95
Trabajo con el tronco		
ligero	125	< 155
medio	190	155 - 230
intenso	280	230 - 330
muy intenso	390	> 330

ANEXO 7. Metabolismo del desplazamiento en función de la velocidad del mismo. Valores excluyendo el metabolismo basal

Tipo de trabajo	Metabolismo (W/m ²)
Velocidad de desplazamiento en función de la distancia	
Andar 2 a 5 km/h	110
Andar en subida, 2 a 5 km/h	
Inclinación 5°	210
Inclinación 10°	360
Andar en bajada, 5 km/h	
Declinación 5°	60
Declinación 10°	50
Andar con una carga en la espalda, 4 km/h	
Carga de 10 kg	125
Carga de 30 kg	185
Carga de 50 kg	285
Velocidad de desplazamiento en función de la altura	
Subir una escalera	1725
Bajar una escalera	480
Subir una escalera de mano inclinada	
sin carga	1660
con carga de 10 kg.	1870
con carga de 50 kg.	3320
Subir una escalera de mano vertical	
sin carga	2030
con carga de 10 kg.	2335
con carga de 50 kg.	4750



GUIA DEL DOCENTE

Manipulación manual de carga, empuje y tracción de carga

1. OBJETIVOS

- ☐ Registrar y analizar la información que se origina de la actividad de manipulación manual, transporte, empuje y levantamiento de carga a partir de las posturas asumidas por el trabajador según posición inicial y final de la carga, la altura de los brazos sosteniendo y moviendo la carga, el nivel de agarre, los movimientos del tronco respecto a la posición de los tobillos y los pesos reales a manipular.
- ☐ Evaluar los riesgos por movimiento manual de carga mediante la aplicación del método de la NTC 5693-1 y las cuadros NTC 5693-2.
- ☐ Definir medidas de control para la manipulación manual de carga, empuje y tracción de carga teniendo en cuenta los procesos utilizados para la estimación y valoración del riesgo de la NTC 5693-1.

2. MARCO TEORICO

En aquellos casos donde no se puede evitar el levantamiento y transporte manual, se debería realizar una evaluación de riesgos para la salud y la seguridad teniendo en cuenta la masa del objeto, el agarre del objeto, la posición del objeto en relación con la posición del cuerpo y la frecuencia y duración de una tarea específica. Se puede realizar la evaluación del riesgo con un modelo por pasos. En cada paso, el evaluador debe juzgar los riesgos relacionados en las diversas tareas.

Si se exceden los límites recomendados, se deberían tomar medidas para evitar que la tarea se realice manualmente o adaptar la tarea de manera tal que se satisfagan todas las preguntas del modelo por pasos de la NTC 5693-1. El objetivo principal de la reducción del riesgo es tomar medidas para mejorar el diseño de las operaciones de manipulación manual, la tarea, el objeto y el ambiente de trabajo en relación con las características de los individuos, según resulte apropiado. No se debería suponer que el solo suministro de información y capacitación garanticen la manipulación segura.³⁸

³⁸Ergonomía. Manipulación Manual. Parte 1: LEVANTAMIENTO Y TRANSPORTE. Bogotá: INCOTEC, 2009. 70P. (NTC 5693-1).

2.1 Variables del peligro

2.1.1 Fuerza

Se emplean fuerzas iniciales para superar la inercia del objeto, cuando se inicia o se cambia la dirección del movimiento. Las fuerzas sostenidas son aquellas empleadas para mantener el movimiento del objeto. Por lo general, las fuerzas iniciales son mayores que las sostenidas y, por lo tanto, deben mantenerse en el mínimo. Se debe evitar la frecuente iniciación, detención y maniobra del objeto. Se deben aplicar ejercicios de fuerza continuos suaves en el objeto, evitando movimientos bruscos y de larga duración; se debe evitar las fuerzas sostenidas puesto que incrementan el riesgo de fatiga muscular localizada o del cuerpo entero.

2.1.1.2 Postura

La capacidad de ejercer una fuerza se determina en gran medida por la postura que una persona adopta. Las posturas difíciles (forzadas, mantenidas, prolongadas, antigravitacionales, entre otras), con frecuencia conducen a disminución de las capacidades para ejercer fuerzas y a un riesgo incrementado de lesión debido a grandes cargas que se ejercen en las articulaciones o segmentos del cuerpo. El operador debe adoptar una postura cómoda y natural al aplicar ya sea las fuerzas de empuje / halar iniciales o sostenidas. El operador debe ejercer la fuerza con una postura estable y equilibrada que permita la aplicación del peso de su cuerpo a la carga y minimice así las fuerzas que actúan en la espalda (es decir, la carga compresiva espinal y las fuerzas tangenciales sagital o lateral) y los hombros. Se deben evitar las posturas de rotación, inclinación lateral o flexión del tronco ya que incrementan el riesgo de lesión. La carga en los brazos y hombros se ve influenciada por la postura en relación con la fuerza aplicada, que también se ve influenciada por la posición de las manos. Por lo tanto, la posición de las manos no debe ser demasiado alta ni demasiado baja y las manos no deben estar tan cerca entre sí. Además, los codos deben mantenerse bajos.

2.1.1.3 Frecuencia y duración

Al empujar y halar, se debe considerar tanto la frecuencia como la duración de la fuerza aplicada. Se debe evitar ejercer fuerzas de larga duración (por ej. por medio de ayudas mecánicas) a fin de limitar/evitar los efectos de la fatiga muscular. Ejercicios de fuerza bastante repetitivos causan mayor frecuencia de fuerzas iniciales y se deben evitar.

2.1.1.4 Distancia

Las distancias en las cuales los operadores mueven los objetos pueden ir desde varios pasos (1 m ó 2 m) hasta muchos metros. Las distancias largas acopladas con grandes fuerzas y movimientos frecuentes pueden ser fatigantes para los operadores. Entre más larga sea la distancia, más fatigante puede ser el movimiento para un nivel de ejercicio de fuerza determinado. Las distancias largas podrían involucrar múltiples movimientos correctivos de parte del operador, alterando la trayectoria del objeto e incrementando así las demandas de fuerza y la exposición del operador a cualquier peligro impuesto por el ambiente laboral.

2.1.1.5 Características del objeto

Se debe optimizar la maniobrabilidad del objeto. Si el objeto se encuentra sobre ruedas/rodachines, estos deben ser adecuados para el objeto (es decir, de material y diámetro apropiado) y mantenerse en buen estado. Para objetos sin ruedas o rodachines, se debe reducir la fricción (por ej. se deben considerar superficies con propiedades friccionales bajas o rodillos). Se debe aplicar la fuerza contra el objeto de manera conveniente y segura (por ej. deben proveerse manijas cuando resulte apropiado). Un objeto que restringe la visibilidad del operador presenta peligros especiales cuando se empuja. En estas situaciones puede ser preferible halar el objeto. Es aconsejable emplear agarraderas verticales largas, cuando sea posible, a fin de dar a los operarios la oportunidad de agarrar a su altura preferida.

3. MATERIALES Y EQUIPOS

- ☐ Cajas de cartón con un peso aproximado de 15kg, llenas de bolsas de poliuretano.
- ☐ Carga a manipular cajas de plástico con un peso aproximado de 4kg, llenas de bolsas de poliuretano
- ☐ Goniómetro
- ☐ Cronometro
- ☐ Flexómetro
- ☐ Mesas de trabajo
- ☐ Pallets
- ☐ Banda transportadora
- ☐ Montacargas hidráulico manual
- ☐ Carro metálico para carga manual

4. COMPOSICIÓN Y FUNCIONES DEL GRUPO DE ESTUDIANTES PARA LA PRÁCTICA

Los equipos de trabajo deben estar constituidos por máximo 5 estudiantes, por ser una prueba de trabajo agotadora solo se permitirán estudiantes que no padezcan ninguna enfermedad cardiovascular y que no hayan ingerido alimentos recientemente.

4.1. Asignación de funciones por estudiante que participe.

Recolección de datos: dos (2) integrantes del equipo de trabajo deben ser los encargados de la toma y registro de los valores obtenidos, también son los encargados de organizar y disponer de los elementos para la práctica.

Manipuladores: dos (2) estudiantes del equipo de trabajo que van realizar la manipulación de carga.

Jefe de grupo: será el responsable de asignar y hacer cumplir las funciones de cada estudiante con el fin que los diversos pasos del proceso tengan fluidez.

Cada grupo de trabajo debe realizar la práctica de manipulación manual de carga y de empuje y tracción de carga.

5. METODOLOGIA

5.1. PRIMERA PARTE DEL LABORATORIO

Manipulación manual de carga

Puestos de trabajo

Para esta práctica de laboratorio se escogieron dos puestos de trabajo en los cuales se realiza manipulación manual repetitiva de carga.

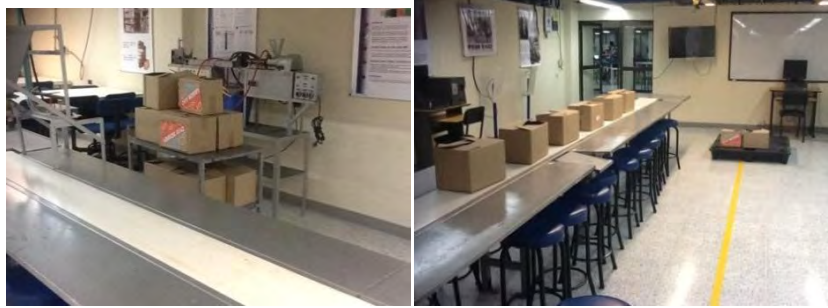
En uno, los estudiantes deben levantar, y ubicar cajas de plástico en las mesas de trabajo destinadas para el almacenamiento, las cajas están aglomeradas al lado de las estanterías, y estas se deben dejar en el carro de carga, las cajas tienen un peso aproximado de 15 Kilogramos, el turno del trabajador es de 8 horas con un descanso de 1 hora.



Fuente: Creada para esta obra Fuente: Creada para esta obra

También hay un puesto de trabajo ubicado en una banda transportadora, en este equipo existen dos puestos de trabajo, uno el que alimenta la banda con cajas de cartón con peso aproximado de 4 kg desde un carro metálico para carga manual y otro que recibe las

cajas y las ubica en la estiba plástica situado al nivel del piso al lado del puesto de trabajo, para este puesto de trabajo se tiene un turno de 8 horas con un descanso de 1 hora.



Fuente: Creada para esta obra Fuente: Creada para esta obra

Para el desarrollo de esta práctica el estudiante debe seguir los pasos que se muestran a continuación, estos son tomados de la NTC 5693-1 que es la base de referencia para este laboratorio, es importante que el estudiante sugiera cambios y en lo posible realice modificaciones del puesto de trabajo teniendo en cuenta las variables del método descrito en esta práctica.

Las principales variables de la tarea incluyen los siguientes datos:

Masa de objeto, m , en kilogramos

Distancia horizontal, h , en metros, medida desde el punto medio de la línea que une los tobillos hasta el punto medio en el que las manos agarran el objeto.

Ubicación vertical, v , en metros, determinada por la medición de la distancia desde el piso hasta el punto medio en el que las manos agarran el objeto.

Desplazamiento de trayectoria vertical, d , en metros, desde el origen hasta el destino de levantamiento.

Frecuencia de levantamiento, f , expresada como el número promedio de levantamientos por minuto.

Duración de levantamiento manual, en horas.

Angulo de asimetría, α , en grados.

Calidad de agarre, c .

Paso 1

Comparar la masa de la carga manipular con la masa de referencia para diferentes poblaciones mostrada a continuación, para este laboratorio se utiliza una masa de referencia teniendo en cuenta que es una población trabajadora en general incluidos jóvenes y adultos.

Cuadro 1. masa de referencia para diferentes poblaciones

Campo de aplicación	m _{ref} kg	Porcentaje de población de usuarios protegida			Grupo de población	
		M y H ^a	M	H		
Uso no ocupacional	5	Datos no disponibles			Niños y adultos mayores	Población total
	10	99	99	99	Población doméstica en general	
Uso profesional	15	95	90	99	Población trabajadora en general, incluidos jóvenes y adultos	Población trabajadora en general
	20					
	23	85	70	95	Población trabajadora adulta	
	30				Población trabajadora especializada	Población trabajadora especializada bajo circunstancias especiales
	35	Véase Nota				
	40					
NOTA. Circunstancias especiales. Si bien se deben hacer todos los esfuerzos para evitar actividades de manipulación manual o reducir los riesgos a los niveles más bajos posibles, pueden haber circunstancias excepcionales donde la masa de referencia puede exceder los 25 kg (por ej. donde no existen desarrollos o intervenciones tecnológicas suficientemente avanzados). En estas circunstancias excepcionales, se debe dar mayor atención y consideración a la educación y capacitación del individuo (por ej. conocimiento especializado en relación con la identificación de riesgos y la reducción de riesgos), las condiciones laborales que prevalecen y las capacidades del individuo.						
^a M: Mujer; H: Hombre						

Fuente: Ergonomía. Manipulación Manual. Parte 1: LEVANTAMIENTO Y TRANSPORTE. Bogotá: ICONTEC, 2009. 70P. (NTC 5693-1). Pág. 23

$sim \leq m_{ref}$ Si esta condición se cumple podemos continuar con el Paso 2, es importante hacer un análisis de la relación entre las condiciones de la población trabajadora y la masa de referencia.

Paso 2

En este paso se evalúa la manipulación manual teniendo en cuenta la frecuencia de levantamiento y la masa de la carga, en necesario observar los Anexo 1 aquí se presenta el límite superior recomendado de frecuencia para levantamiento manual repetitivo en condiciones ideales, teniendo en cuenta la masa del objeto, la figura 1 contiene gráficos para duraciones de levantamientos menores o iguales a 1 h por día y duraciones de 1 h a 2 h por día respectivamente. La frecuencia de levantamiento máxima absoluta es de 15 levantamientos por minuto. En este caso, la duración total de levantamientos no debe exceder 1 h por día y la masa del objeto no debe exceder los 7 kg.

Si la desigualdad anterior se cumple para levantamiento manual repetitivo y las condiciones son ideales, el Paso 2 debería ser suficiente para determinar que el levantamiento manual es aceptable bajo estas condiciones, de lo contrario continúe con el paso 3.

Paso 3

En este paso en necesario evaluar la masa de la carga con los límites de la Ecuación 1

$$m \leq m_{ref} \times h_M \times v_M \times d_M \times \alpha_M \times f_M \times c_M \quad \text{Ecuación 1}$$

Si $m < \text{límites de la Ecuación 1}$ continúe con el paso 4

Donde

m_{ref} es la masa de referencia. (Masa de referencia para población trabajadora en general incluidos jóvenes y adultos, cuadro 1)

h_M es el multiplicador de distancia horizontal

$$h_M = \frac{0,25}{h}$$

si $h \leq 0,25$ entonces $h_M = 1$

si $h > 0,63$ entonces $h_M = 0$

v_M es el multiplicador de ubicación vertical

$$v_M = 1 - 0,3 \times |0,75 - v|$$

si $v > 1,75$ entonces $v_M = 0$

si $v < 0$ entonces $v_M = 0$

d_M es el multiplicador de desplazamiento vertical

$$d_M = 0,82 + \frac{0,045}{d}$$

si $d > 1,75$ entonces $d_M = 0$

si $d < 0,25$ entonces $d_M = 1$

α_M es el multiplicador de asimetría

$$\alpha_M = 1 - 0,0032 \times \alpha$$

si $\alpha > 135^\circ$ entonces $\alpha_M = 0$

La medición del ángulo de asimetría se muestra en la Figura 3

f_M es el multiplicador de frecuencia

El valor del multiplicador de frecuencia se determina a partir de la Cuadro 2 el uso del cuadro exige tres componentes relacionados con:

La frecuencia de levantamiento (número de levantamientos por minuto)

La duración (f_L) de la tarea de levantamiento continua y repetitiva.

La ubicación vertical (v) de las manos en el objeto que se va a alzar al inicio del levantamiento.

CUADRO 2. Valores de multiplicador de frecuencia

Frecuencia de levantamiento número de levantamientos/min	Valores de f_M					
	$t_L \leq 1 h$		$1 h < t_L \leq 2 h$		$2 h < t_L \leq 8 h$	
	$v < 0,75 m$	$v \geq 0,75 m$	$v < 0,75 m$	$v \geq 0,75 m$	$v < 0,75 m$	$v \geq 0,75 m$
$\leq 0,2$	1,00	1,00	0,95	0,95	0,85	0,85
0,5	0,97	0,97	0,92	0,92	0,81	0,81
1	0,94	0,94	0,88	0,88	0,75	0,75
2	0,91	0,91	0,84	0,84	0,65	0,65
3	0,88	0,88	0,79	0,79	0,55	0,55
4	0,84	0,84	0,72	0,72	0,45	0,45
5	0,80	0,80	0,60	0,60	0,35	0,35
6	0,75	0,75	0,50	0,50	0,27	0,27
7	0,70	0,70	0,42	0,42	0,22	0,22
8	0,60	0,60	0,35	0,35	0,18	0,18
9	0,52	0,52	0,30	0,30	0,00	0,15
10	0,45	0,45	0,26	0,26	0,00	0,13
11	0,41	0,41	0,00	0,23	0,00	0,00
12	0,37	0,37	0,00	0,21	0,00	0,00
13	0,00	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
14	0,00	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00
15	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00
> 15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fuente: Ergonomía. Manipulación Manual. Parte 1: LEVANTAMIENTO Y TRANSPORTE. Bogotá: ICONTEC, 2009. 70P. (NTC 5693-1). Pág. 17

c_M es el multiplicador de acoplamiento para la calidad de agarre

El multiplicador de acoplamiento se determina según la Cuadro 3, se establece a partir de tres criterios

Bueno: si el objeto puede agarrarse alrededor con la mano de manera confortable las manijas o muescas de agarre manual del objeto sin que tengan desviaciones significativas de la postura neutra de la muñeca, o el objeto mismo, sin causar alrededor de la muñeca, excesivas o posturas incómodas.

Aceptable: si el objeto tiene manijas o muescas que no cumplen con los criterios de buena calidad de agarre o si el objeto mismo puede asirse con un agarre en el que la mano puede flexionarse alrededor de 90 grados.

Deficiente: Si los criterios de calidad buena aceptable no se cumplen.

CUADRO 3. Valores de multiplicador de acople para la calidad de agarre

Calidad de agarre	Valores de C_M	
	Altura < 0,75 m	Altura ≥ 0,75 m
Buena	1,00	1,00
Aceptable	0,95	1,00
Deficiente	0,90	0,90

Fuente: Ergonomía. Manipulación Manual. Parte 1: LEVANTAMIENTO Y TRANSPORTE. Bogotá: ICONTEC, 2009. 70P. (NTC 5693-1). Pág. 17

Paso 4

En este paso hay que determinar la masa acumulada m_{cum} que es el producto de la frecuencia de levantamientos por el peso del objeto manipulado, y evaluar si la masa acumulada es de 10.000kg teniendo en cuenta los límites de masa acumulada mostrado en la cuadro. 4

CUADRO. 4 límites recomendados para masa acumulada en relación con la distancia de trasporte (para población trabajadora general) unidades en si

Distancia de transporte (m)	Frecuencia transporte f_{max} min ⁻¹	Masa acumulada m_{max}			Ejemplos de producto $m.f$
		kg/min	kg/h	kg/8 h	
20	1	15	750	6 000	5 kg x 3 veces/min 15 kg x 1 vez/min 25 kg x 0,5 veces/min
10	2	30	1 500	10 000	5 kg x 6 veces/min 15 kg x 2 veces/min 25 kg x 1 vez/min
4	4	60	3 000	10 000	5 kg x 12 veces/min 15 kg x 4 veces/min 25 kg x 1 vez/min
2	5	75	4 500	10 000	5 kg x 15 veces/min 15 kg x 5 veces/min 25 kg x 1 vez/min
1	8	120	7 200	10 000	5 kg x 15 veces/min 15 kg x 8 veces/min 25 kg x 1 vez/min

NOTA 1 En el cálculo de la masa acumulada, se emplea una masa de referencia de 15 kg y una frecuencia de transporte de 15 veces/min para la población laboral en general.
NOTA 2 La masa acumulada total de levantamiento y transporte manual nunca debe exceder los 10 000 kg/día, cualquiera que sea la duración diaria de trabajo.
NOTA 3 La referencia de 23 kg está incluida en la masa de 25 kg.

Fuente: Manipulación Manual. Parte 1: LEVANTAMIENTO Y TRANSPORTE. Bogotá: INCOTEC, 2009. 70P. (NTC 5693-1). Pág. 7

Si esto se cumple bajo condiciones ideales la manipulación manual es aceptable, de lo contrario en necesario la adaptación del puesto de trabajo.

5.1 SEGUNDA PARTE DEL LABORATORIO

Empuje y tracción de carga

Puestos de trabajo

En esta etapa del laboratorio los estudiantes utilizarán el montaje de la primera parte del laboratorio, en el cual se alimenta y se descarga la banda transportadora desde cada extremo, los objetos manipulados que alimentan la banda transportadora están ubicados en un montacargas hidráulico manual, los estudiantes deben empujar el montacargas hidráulico desde el punto indicado en el laboratorio hasta ubicarlo al final de la banda transportadora, así mismo el estudiante que recibe las cajas y las ubica en el carro metálico lo hala hasta el punto indicado en el laboratorio, definiendo lo siguiente.

- Distancia recorrida
- Peso de la carga
- Tiempo de cada unidad transportada
- Altura de agarre desde el suelo hasta el lugar de asimiento de las agarraderas



Fuente: Creada para esta obra



Fuente: Creada para esta obra

Paso 1. Determinación de masa de referencia:

Se comparó la masa del objeto con la masa de referencia para diferentes poblaciones mostrada en la cuadro 1, utilizando una masa de referencia para una población trabajadora adulta. Donde la Masa Objeto \leq Masa Referencia

$m < m_{ref}$, $5 < 20$ kg, Si, continuamos con el paso 2.

Paso 2. Límites de masa y frecuencia:

De acuerdo a la figura 1, Frecuencia máxima para levantamiento manual en relación con la masa del objeto en condiciones ideales.

m y $f >$ límites de la figura 1, 5kg y 16 levantamientos/min respectivamente, la figura solo tiene duraciones de levantamiento entre 1 y 2 horas, y el operador del ejercicio trabaja 8 horas con un descanso de 2 horas.

En este caso, la duración total de horas laborales excede con lo establecido en la norma, por lo tanto no cumple con el paso y se debe hacer una adaptación en el puesto de trabajo.

Adaptaciones:

Disminuir la frecuencia y el tiempo de trabajo a 15 Lev/min durante dos horas.

Nota: Se decide repetir de nuevo el procedimiento con unas nuevas condiciones de trabajo:

Paso 1. Determinación de masa de referencia:

La masa que levanta el operador es de 5 kg, de acuerdo a Cuadro C1 la masa de referencia para una población trabajadora adulta es de 20 kg.

$m < m_{ref}$, $5 < 20$ kg, Si, continuamos con el paso 2.

Paso 2. Límites de masa y frecuencia:

De acuerdo a la figura 2, Frecuencia máxima para levantamiento manual en relación con la masa del objeto en condiciones ideales.

m y $f >$ límites de la figura 2, 5kg y 15 Levantamientos/minuto, la frecuencia promedio es de 15 levantamientos/min, durante un turno de 8 horas con un descanso de dos horas, se debe emplear el multiplicador de frecuencia $f_M = 0$

Por tanto el límite de masa es:

$$L_m: m_{ref} \times f_M = 5 \times 0 = 0$$

Paso 3. Método de valoración para límites recomendados de masa, frecuencia y posición del objeto tareas de levantamiento repetitivas

Las principales variables de tarea incluyen los siguientes:

- Masa de objeto, m, en kilogramos; 5 kg
- Distancia horizontal, h, en metros, medida desde el punto medio de la línea que une los tobillos hasta el punto medio en el que las manos agarran el objeto en posición de levantamiento; 0.40 m
- Ubicación vertical, v, en metros, determinada por la medición de la distancia desde el piso hasta el punto en el que las manos agarran el objeto; 1.17 m
- Desplazamiento de trayectoria vertical, d, en metros, desde el origen hasta el destino del levantamiento; 0.58m
- Frecuencia de levantamiento, f, expresada como número promedio de levantadas por minuto; 15
- Duración de levantamiento manual, en horas; 8 horas
- Ángulo de asimetría, $90^\circ \rightarrow \alpha_M = 0$
- Calidad de agarre=pobre

El límite para la masa del objeto se deriva empleando la siguiente ecuación:

$$m_o \leq m_{ref} \times h_M \times v_M \times d_M \times \alpha_M \times f_M \times c_M$$

m_{ref} ; es la masa de referencia para el grupo identificado de población de usuarios;

h_M ; es el multiplicador de distancia horizontal

v_M ; es el multiplicador de ubicación vertical

d_M ; es el multiplicador de desplazamiento vertical

α_M ; es el multiplicador de asimetría

f_M ; es el multiplicador de frecuencia

c_M ; es el multiplicador de acoplamiento para la calidad de agarre

$$h_M = \frac{0,25}{h} = \frac{0,25}{0,40} = 0,625$$

$$v_M = 1 - 0,3|0,50 - v|$$

$$v_M = 1 - 0,3|0,50 - 1,17| = 0,64$$

$$d_M = 0,82 + \left(\frac{0,045}{d} \right)$$

$$d_M = 0,82 + \left(\frac{0,045}{0,58} \right) = 0,89$$

$$\alpha_M = 1 - 0,0032x\alpha$$

$$\alpha_M = 1 - 0,0032x0 = 1$$

$$f_M = 0$$

$$xv_M x d_M x \alpha_M x f_M x c_M$$

$$x0.625x0.64x0.89x1x0x0.90 = 0$$

$$c_M = 0,90$$

Nota: No se cumple porque la masa del objeto es mayor a la masa de la ecuación. Esto significa que la adaptación es necesaria. Un buen agarre de la caja es esencial para evitar accidentes con respecto a la manipulación. Sin embargo se recomienda realizar de nuevo el ejercicio con una frecuencia de 8 levantamientos por minuto con una duración dos horas.

Paso 1. Determinación de masa de referencia:

La masa que levanta el operador es de 5 kg, de acuerdo a Cuadro C1, la masa de referencia para una población trabajadora adulta es de 20 kg.
 $m < m_{ref}$, $5 < 20$ kg, Si, continuamos con el paso 2.

Paso 2. Límites de masa y frecuencia:

De acuerdo a la Figura 1, Frecuencia máxima para levantamiento manual en relación con la masa del objeto en condiciones ideales.

m y f > límites de la Figura 1, 5kg y 8 Levantamientos/minuto, la frecuencia promedio es de 8 levantamientos/min, con dos horas, se debe emplear el multiplicador de frecuencia $f_M=0.35$

Por tanto el límite de masa es:

$$Lm: m_{ref} \times f_M = 5 \times 0.35 = 1.75$$

Paso 3. Método de valoración para límites recomendados de masa, frecuencia y posición del objeto Tareas de levantamiento repetitivas

Las principales variables de tarea incluyen los siguientes

- Masa de objeto, m, en kilogramos; 5 kg
- Distancia horizontal, h, en metros, medida desde el punto medio de la línea que une los tobillos hasta el punto medio en el que las manos agarran el objeto en posición de levantamiento; 0.40 m
- Ubicación vertical, v, en metros, determinada por la medición de la distancia desde el piso hasta el punto en el que las manos agarran el objeto; 1.17 m
- Desplazamiento de trayectoria vertical, d, en metros, desde el origen hasta el destino del levantamiento; 0.58m
- Frecuencia de levantamiento, f, expresada como número promedio de levantadas por minuto; 8
- Duración de levantamiento manual, en horas; 8 horas
- Ángulo de asimetría, α
- calidad de agarre=pobre

El límite para la masa del objeto se deriva empleando la siguiente ecuación:

$$m_o \leq m_{ref} \times h_M \times v_M \times d_M \times \alpha_M \times f_M \times c_M$$

m_{ref} es la masa de referencia para el grupo identificado de población de usuarios;

h_M es el multiplicador de distancia horizontal

v_M es el multiplicador de ubicación vertical

d_M es el multiplicador de desplazamiento vertical

α_M es el multiplicador de asimetría

f_M es el multiplicador de frecuencia

c_M es el multiplicador de acoplamiento para la calidad de agarre

$$h_M = \frac{0,25}{h} = \frac{0,25}{0,40} = 0,625$$

$$v_M = 1 - 0,3|0,50 - v|$$

$$v_M = 1 - 0,3|0,50 - 1,17| = 0,64$$

$$d_M = 0,82 + \left(\frac{0,045}{d} \right)$$

$$d_M = 0,82 + \left(\frac{0,045}{0,58} \right) = 0,89$$

$$\alpha_M = 1 - 0,0032x\alpha$$

$$\alpha_M = 1 - 0,0032x0 = 1$$

$$f_M = 0,35$$

$$c_M = 0,90$$

$$m_o \leq m_{ref} x h_M x v_M x d_M x \alpha_M x f_M x c_M$$

$$(5Kg) \leq 20Kg x 0.625 x 0.64 x 0.89 x 1 x 0.35 x 0.90 = 2,24Kg$$

Nota: La adaptación es necesaria, un buen agarre es esencial para la manipulación del objeto. Sin embargo continuamos con el paso 4 y 5.

Paso 4. Límite recomendado para masa acumulada por día,

Como la distancia de transporte es menor a 1 m (h (0,40 m) y V (1.17 m), Cuadro 1. Límites recomendados para masa acumulada en relación con la distancia de transporte (para población trabajadora en general) Unidades en SI

La masa acumulada para un turno de 8 horas es igual

$$m_{acum} \text{ hora} = f \times m \times 60 = 8 \text{ lev/min} \times 2.24 \text{ kg} \times 60 \text{ min/hora} = 1075 \text{ kg/h}$$

$$m_{acum} \text{ día} = 1075 \text{ kg/h} \times 8 = 8602$$

Paso 5. Límite recomendado para masa acumulada en relación con la distancia

La masa acumulada y la distancia de transporte son menores a los límites establecidos en la cuadro 1. Límites recomendados para masa acumulada en relación con la distancia de transporte (para población trabajadora en general).

8602 < 10000 kg / 8 horas, se determina que el levantamiento y transporte es aceptable, pero se debe instalar dos manijas para el agarre de la caja; sin que tengan desviaciones significativas de la postura neutra de la muñeca, o el objeto del mismo, sin causar alrededor de la muñeca, excesiva o posturas incómodas.

Observaciones

- Adaptar la postura laboral a fin de evitar posturas asimétricas y de flexión.
- Limitar la frecuencia promedio de la manipulación manual.
- Reconocer operaciones de manipulación potencialmente peligrosas, recomendar y mejorar.
- La anatomía y fisiología de la espalda, la mecánica corporal y técnicas adecuadas de levantamiento y ejercicios de estiramiento y fortalecimiento de los músculos de la espalda son elementos adicionales que se deben incluir en un programa de capacitación.
- Cuando se aplica esfuerzo, se deben evitar movimientos bruscos o de rotación y posturas encorvadas.

3.2 Estimación y valoración del riesgo para el operario final

Paso 1.Determinación de masa de referencia:

La masa que levanta el operador es de 5 kg, de acuerdo a Cuadro C1 la masa de referencia para una población trabajadora adulta es de 20 kg. Donde; $5 \text{ kg} \leq 20 \text{ kg}$

De acuerdo con el punto anterior, se puede observar que la masa de referencia trabajada en kg es mayor a la masa del objeto.

Paso 2.Límites de masa y frecuencia:

Se evalúa la frecuencia y la masa del objeto, en la Figura 2 se presenta el límite superior recomendado de frecuencia para levantamiento manual repetitivo en condiciones ideales, por lo tanto; la masa Objeto y frecuencia < Limite de la figura (masa vs frecuencia)

$M_o = 5 \text{ kg}$

$f = 16 \text{ levantamientos/min}$ durante 8 horas con descanso de 2 horas

En este caso, la duración total de horas laborales excede con lo establecido en la norma, por lo tanto la desigualdad anterior no cumple para el levantamiento manual repetitivo en condiciones ideales, así que el paso se le debe hacer una adaptación al puesto de trabajo.

Adaptaciones:

- Colocar montacargas con estibas en el sitio de descargue, que será graduable de acuerdo a la cantidad de carga.
- Disminuir la frecuencia y el tiempo de trabajo a 15Lev/min durante de dos horas.

Nota: Se decide repetir de nuevo el procedimiento con unas nuevas condiciones de trabajo.

Paso 1.Determinación de masa de referencia:

Masa Objeto \leq Masa Referencia

$5 \text{ kg} \leq 20 \text{ kg}$

De acuerdo con el punto anterior, se puede observar que la masa de referencia trabajada en kg es mayor a la masa del objeto.

Paso 2. Límites de masa y frecuencia:

Masa Objeto y frecuencia < Limite de la figura (masa vs frecuencia)

$M_o = 5 \text{ kg}$

$f = 15 \text{ levantamientos/min durante 2 horas}$

Debido a que el trabajo es continuo por 2 horas como mostro en la figura anterior, este se acepta y se pregunta por ¿Condiciones Ideales?

Para este caso se dice que no existen condiciones ideales debido a:

- Descargue del objeto es con dificultad.
- Caja con agarre deficiente o pobre.

Por ende seguimos al paso 3.

Paso 3. Método de valoración para límites recomendados de masa, frecuencia y posición del objeto Tareas de levantamiento repetitivas.

Las principales variables de tarea incluyen los siguientes

- Masa de objeto, m, en kilogramos; 5 kg
- Distancia horizontal, h; 0,27m de altura de sostenimiento
- Ubicación vertical, v; para una ubicación vertical de 1,13m
- Desplazamiento de trayectoria vertical, d; para un sostenimiento a una distancia de 0,75m
- Frecuencia de levantamiento, f, expresada como número promedio de levantadas por minuto; 8
- Duración de levantamiento manual, en horas; 8 horas
- Ángulo de asimetría; para un ángulo de asimetría 0°
- Calidad de agarre; para una mala adaptación de agarre

m < límites de la ecuación

$$m_o \leq m_{ref} \cdot x h_M \cdot x v_M \cdot x d_M \cdot x \alpha_M \cdot x f_M \cdot x c_M$$

$$h_M = \frac{0,25}{h} = \frac{0,25}{0,27} = 0,9259$$

$$v_M = 1 - 0,3|0,50 - v|$$

$$v_M = 1 - 0,3|0,50 - 1,13| = 0,886$$

$$d_M = 0,82 + \left(\frac{0,045}{d} \right)$$

$$d_M = 0,82 + \left(\frac{0,045}{0,75} \right) = 0,88$$

$$\alpha_M = 1 - 0,0032x\alpha$$

$$\alpha_M = 1 - 0,0032x0 = 1$$

$$f_M = 0,00$$

$$c_M = 0,90$$

$$m_o \leq m_{ref} \cdot x h_M \cdot x v_M \cdot x d_M \cdot x \alpha_M \cdot x f_M \cdot x c_M$$

$$(5Kg) \leq 20Kg \cdot 0,9259 \cdot 0,886 \cdot 0,88 \cdot 1 \cdot 0,35 \cdot 0,90 = 0$$

Como 5kg no es menor e igual 0, entonces la adaptación es necesaria. Así que, se debe empezar por adaptar la caja con un buen agarre debe ser de 2 manijas o ranura para los dedos.

6. RESULTADOS E INFORME

El informe se debe presentar preferiblemente mecanografiado o manuscrito en tinta y con letra clara los informes se entregaran dentro de una carpeta donde se señale lo siguiente:

- Título de la práctica
- Nombre de los autores del informe
- Grupo de clases
- Fecha

La estructura general del informe será la siguiente:

- Caratula
- Índice: se indica la página donde inicia y contiene cada parte abordada en el informe (0.5 puntos)
- Resumen: en una página máxima, se redactara un resumen de la práctica que debe reflejar todo su contenido en forma muy breve, entre otros aspectos: objetivos, procedimientos, resultados, conclusiones, recomendaciones y beneficios, no se incluirán en este resumen bibliografías, dibujos o expresiones matemáticas (0,5 puntos).
- Fundamentos teóricos: Documentados entre dos o cinco páginas donde se expliquen los antecedentes, objetivos y fundamentos teóricos del experimento: se citaran las referencias bibliográficas y se referirá de forma explícita el cumplimiento de los objetivos trazados (1.0 puntos).
- Materiales y métodos: se explicaran los métodos experimentales utilizados para la obtención de resultados, relacionando los nombres de equipos e instrumentos, así mismo se relacionaran y detallaran las técnicas utilizadas para el procesamiento de la información obtenida durante el experimento. (1.0 punto).
- Resultados: Los resultados se resumirán en cuadros y graficas, y se analizaran. Los cálculos deben aparecer en los anexos (3.0 puntos)

Obtenida la puntuación final se debe analizar y comentar el resultado, especificando si la manipulación manual, el transporte, empuje y tracción de carga acarrea riesgos para la salud, las causas de estos riesgos y las alternativas de control de ingeniería

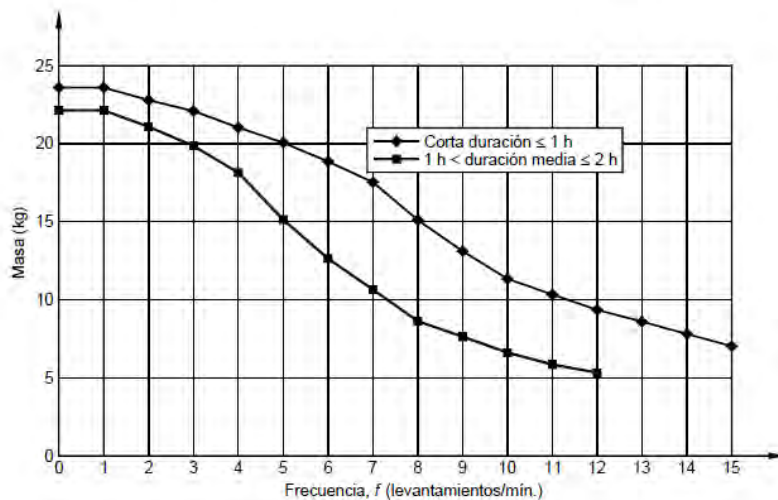
Los resultados deben contener los siguientes puntos:

- Imágenes y descripción de posturas seleccionadas, donde se aprecien las mediciones realizadas.
- Presentación de los valores obtenidos en la aplicación de la metodología descrita en la NTC 5693-1 (*Paso 1*).

- Presentación de los valores obtenidos en la aplicación de la metodología descrita en la NTC 5693-2 (empuje y tracción de carga).
- Valoración del riesgo analizado.
- Modificaciones del puesto de trabajo teniendo en cuenta las variables de la tarea y las alternativas de control de ingeniería, nueva evaluación del puesto de trabajo una vez realizadas las modificaciones.
- Conclusiones y recomendaciones: las conclusiones se redactarán de manera concisa, especialmente teniendo en cuenta los objetivos enunciados, las recomendaciones se deben referir a las posibles aplicaciones prácticas de los resultados y conclusiones y las encontradas durante la realización del experimento (3.0 Puntos).
- Bibliografía (0.5 puntos)
- Anexos: Se incluyen los datos técnicos, especificaciones de equipos e instrumentos de laboratorio, así como todos los cálculos realizados. (0.5 puntos).

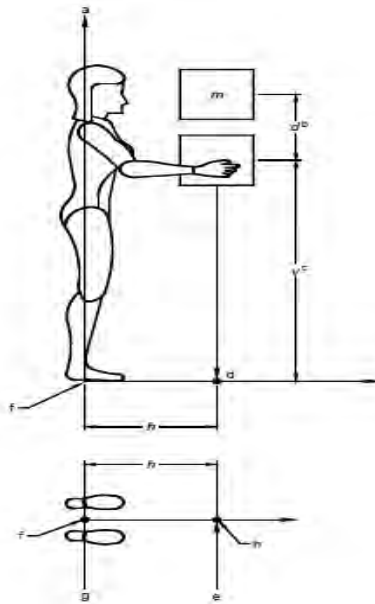
10. ANEXOS

ANEXO 1. Frecuencia máxima para levantamiento manual en relación con la masa del objeto en condiciones ideales para dos duraciones de levantamiento diferentes.



Fuente: Ergonomía. Manipulación Manual. Parte 1: LEVANTAMIENTO Y TRANSPORTE. Bogotá: ICONTEC, 2009. 70P. (NTC 5693-1). Pág. 5

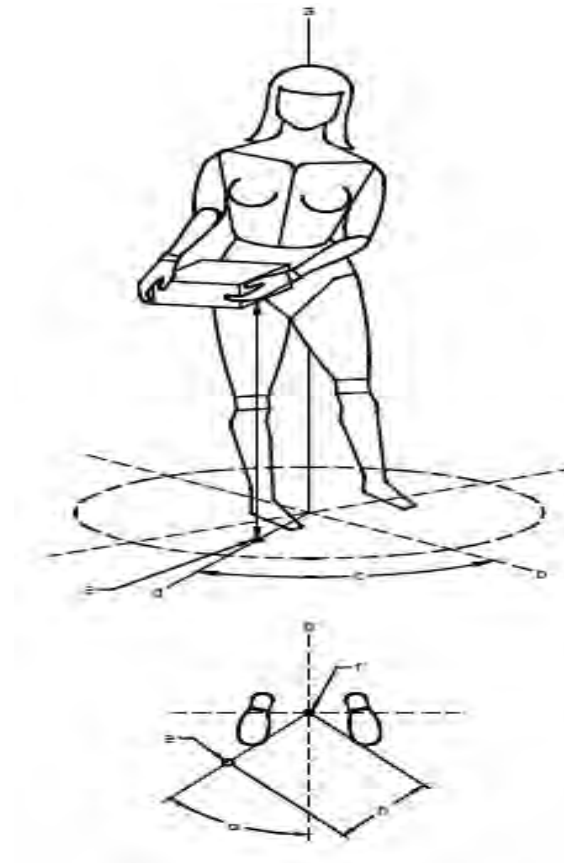
ANEXO 2. Variables de la tarea



Fuente: Ergonomía. Manipulación Manual. Parte 1: LEVANTAMIENTO Y TRANSPORTE. Bogotá: ICONTEC, 2009. 70P. (NTC 5693-1). Pág. 14

- a Vertical
- b Desplazamiento de trayectoria vertical
- c Ubicación vertical
- d Proyección desde el centro de gravedad de la carga
- e Horizontal
- f Punto medio entre los huesos del tobillo
- g Lateral
- h Centro de carga

ANEXO 3. Angulo de asimetría



Fuente: Ergonomía. Manipulación Manual. Parte 1: LEVANTAMIENTO Y TRANSPORTE. Bogotá: ICONTEC, 2009. 70P. (NTC 5693-1). Pág. 15

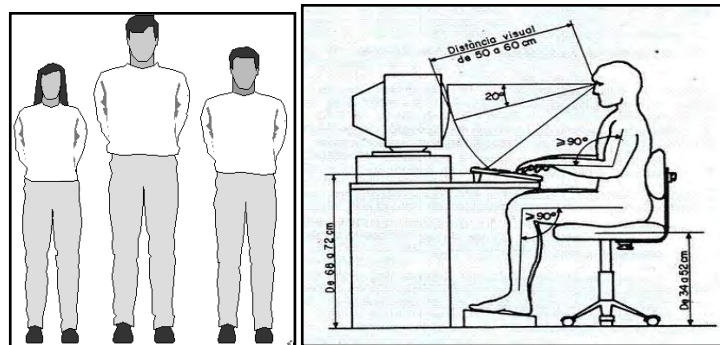
- a Vertical
- b Plano medio sagital
- c Angulo de asimetría
- d Línea de asimetría
- e Proyección desde el centro de gravedad de la carga
- f punto medio entre los huesos del tobillo

7. BIBLIOGRAFIA

- Ergonomía. Manipulación Manual. Parte 2: EMPUJAR Y HALAR. Bogotá: ICONTEC, 2009. 70P. (NTC 5693-2).
- Ergonomía. Manipulación Manual. Parte 1: LEVANTAMIENTO Y TRANSPORTE. Bogotá: ICONTEC, 2009. 70P. (NTC 5693-1).
- ISO 7730, Moderate Thermal Environments. Determination of the PMVG and PPD Indices and Specification of the Conditions for Thermal Comfort.
- ISO 11228-1:2003, International Organization For Standardization. Ergonomics. Manual handling. Part 1: Lifting and Carrying, Switzerland, 2003, 30p.
- SCHAEFER, P., BOOCOCK M., KAPITANIAK, B., SCHAUB K.H., MEYER F. Push & Pull by ISO 11228/2 Force Limits Adjutable to Age, Gender and Stature Distributions, International Ergonomics Association Conference, CDROM 00905.pdf, Seoul, 2003.

GUIA DEL LABORATORIO

RELACIONES CORPORALES ANTROPOMETRIA



1.OBJETIVOS

- Identificar y medir las características antropométricas de un grupo de individuos en posiciones antropométricas de pie y sentado.
- Realizar mediciones antropométricas en los puestos de trabajo utilizando el concepto de antropometría dinámica.
- Aplicar correctamente los procedimientos y normas para tomar dimensiones corporales de las personas.
- Calcular los valores medios, la desviación estándar y los percentiles de cada característica antropométrica considerada.
- Evaluar la información respecto a los estudios e investigaciones existentes el comportamiento de las mediciones realizadas.

2.MARCO TEORICO

Antropometría es la disciplina que describe las diferencias cuantitativas de las medidas del cuerpo humano, estudia las dimensiones tomando como referencia distintas estructuras anatómicas, y sirve como herramienta a la ergonomía como objeto de adaptar el entorno a las personas.³⁹

Existe mucha información antropométrica contenida en cuadros y estudios de determinados grupos de poblaciones, esta información examinándola con el cuidado necesario y advirtiendo todas sus posibles diferencias respecto a nuestras necesidades, sirven de gran ayuda en diseño de asientos y determinados puestos de trabajo. En tal sentido podrán servir de ayuda un amplio número de recomendaciones hechas en materiales y literaturas orientadas en clases. Las dimensiones estructurales del cuerpo se toman con el cuerpo de los sujetos en posiciones fijas (estáticas) estandarizadas, donde se miden las diferencias estructurales del cuerpo humano en diferentes posiciones y sin movimiento (en reposo).⁴⁰

Cuando se diseña para un grupo poco numeroso y para una población numerosa hay que tener en cuenta tres principios de diseño antropométrico:

- **Principio del diseño para hombres extremos:** El diseño se concibe a partir de referentes de compromiso por cada una de las dimensiones corporales relevantes para el diseño.
- **Principio del diseño para intervalos ajustables:** Diseño flexible y adaptable a una población numerosa.
- **Principio del diseño para hombres promedios:** Decisiones de escasa aplicación que se adopta cuando la dimensión tiene poca significancia en el diseño o tenga una utilización infrecuente.

Los percentiles son aquellos valores que dividen la muestra ordenada de datos antropométricos en 100 partes iguales $p_1, p_2... p_{100}$. De forma intuitiva podemos decir que es un valor tal que supera un determinado porcentaje de los miembros de la población.⁴¹

Existen diferentes métodos para hallar los percentiles uno de los más comunes es la normalización de los datos agrupados a partir de la siguiente ecuación:

$$X = Z * S \pm \bar{X} \text{ (Ecuación 1)}$$

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i n_i}{N} \text{ (Ecuación 2)}$$

³⁹RamírezCavasaCesar.ErgonomíayProductividad.NoriegaEditores.México1991.P.53

⁴⁰RamírezCavasaCesar.ErgonomíayProductividad.NoriegaEditores.México1991.P.53

⁴¹ÁlvarezLlanezaFranciscoJ.Ergonomíaypsicosociologíaaplicada:Manualparalaformaciónd
elespecialista.EditorialLexNova,2007.P.164

X : Valor que representa el percentil.

\bar{X} : El promedio de los datos (media)

S : Desviación estándar de la muestra.

Z: Factor de correlación.

A partir del siguiente cuadro se puede encontrar el valor de Z para los diferentes Percentiles deseados:

Cuadro 1. Valores de Z

PERCENTIL	VALOR DE Z
99.5	2.576
99	2.326
97.5	1.960
95	1.645
90	1.285
85	1.036
80	0.842
75	0.674
70	0.524
50	0.0
30	-0.524
25	-0.674
20	-0.842
15	-1.036
10	-1.285
5	-1.645
2.5	-1.960
1	-2.326
0.5	-2.576

Fuente: Creado para esta obra

Al hablar de Antropometría, es conveniente distinguir entre dos tipos de dimensiones antropométricas:⁴²

- **Antropometría Estática:** Se aplican a diseños de objetos que requieren poco movimiento o a espacios de actuación que no tienen en cuenta el movimiento tridimensional, mientras que las dimensiones antropométricas dinámicas se aplican a diseños de puestos o estaciones de trabajo u objetos cuyo uso implique una cantidad importante de movimiento por parte del usuario.
- **Antropometría Dinámica:** Están relacionadas con las dimensiones resultantes del movimiento del cuerpo humano de sus partes, tales como: cambios posturales, ángulos, alcances, velocidades, aceleraciones, fuerzas y espacios descritos en las trayectorias de los movimientos.

La antropometría estática puede proporcionar una gran cantidad de información sobre el movimiento si se ha elegido un conjunto adecuado de variables. Sin embargo, cuando los movimientos son complicados y se desea realizar un buen ajuste con el entorno industrial, como sucede con la mayoría de las interfaces usuario-maquina y persona-vehículo, es necesario realizar un análisis preciso de las posturas y los movimientos. Esto puede hacerse por medio de las simulaciones adecuadas, que permiten el trazado de las líneas de alcance o de fotografías.

3. MATERIAL Y EQUIPO

- Pesa (balanza)
- Calibrador pie de rey
- Cinta métrica
- Silla antropométrica
- Goniómetro
- Antropómetro
- Cajas de cartón con un peso aproximado de 15kg, llenas de bolsas de poliuretano.
- Mesas de trabajo
- Pallets

⁴²Márquez R. Elio. Ergonomía I. Fundamentos de Antropometría. Instituto de diseño valencia. Valencia, 2002.

4. COMPOSICIÓN Y FUNCIONES DEL GRUPO DE TRABAJO

Los equipos de trabajo deben estar constituidos por máximo 5 estudiantes, por ser una prueba de trabajo física (cuando en el puesto de trabajo seleccionado se realice una actividad física demandante) solo se permitirán estudiantes que no padezcan ninguna enfermedad cardiovascular y que no hayan ingerido alimentos recientemente.

Asignación de funciones por estudiante que participe.

Recolección de datos: dos (2) integrantes del equipo de trabajo deben ser los encargados de la toma y registro de los valores obtenidos, también son los encargados de organizar y disponer de cada uno de los elementos que hacen falta para la práctica.

Sujetos de mediciones: dos (2) estudiantes del equipo de trabajo que van a ser sujeto de mediciones y van a realizar alguna labor en la cual se van a registrar las mediciones dinámicas.

Jefe de grupo: será el responsable de asignar y hacer cumplir las funciones de cada estudiante con el fin que los diversos pasos del proceso tengan fluidez.

Cada grupo de trabajo debe realizar la práctica de manipulación manual de carga y de empuje y tracción de carga.

5. METODOLOGIA

PRIMERA PARTE DE LA PRÁCTICA ANTROPOMETRIA ESTATICA

Para iniciar la práctica de laboratorio se recomienda que el sujeto se encuentre con la ropa mínima y descalzos, ya que el vestuario puede distorsionar las mediciones.

Los equipos a utilizar deben de estar calibrados y se deben de manipular con cuidado.

Los estudiantes tomaran las medidas antropométricas estáticas descritas en el anexo 4 y mencionadas en los términos y definiciones, posteriormente lo registraran en los anexos 1, 2 y 3.

SEGUNDA PARTE DE LA PRÁCTICA ANTROPOMETRIA DINAMICA

Para esta parte de la práctica el estudiante deberá seleccionar un puesto de trabajo cualquiera, preferiblemente uno donde el colaborador realice giros de tronco y articulaciones notables que permitan una toma de datos más completa sobre el lugar de trabajo, un puesto de trabajo propuesto seria un manipulador de carga, cuyo trabajo es levantar cajas desde una altura y acomodarlas en otra.

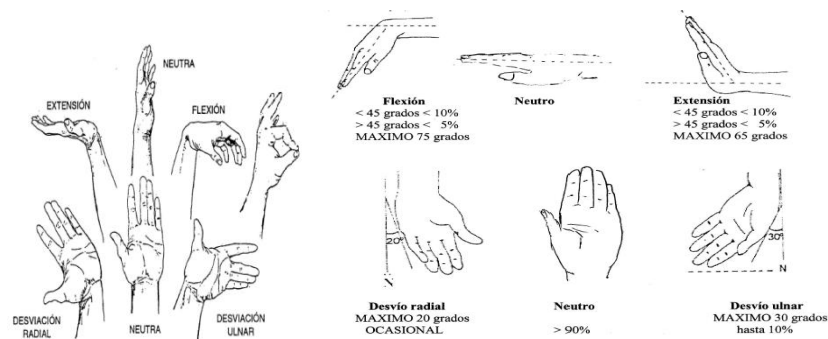
El estudiante debe levantar diagramas del puesto de trabajo actual, e identificar y registrar con ayudas de imágenes fotográficas, la mayor cantidad de movimientos observados, estos movimientos está descrito en los términos y definiciones mencionados con anterioridad. La toma de esta información se diligenciara en los cuadros del Anexo 5.

El estudiante debe de tomar imágenes en los movimientos identificados como principales en la tarea. Debe tener en cuenta que, en un tipo de tarea pueden resultar varios movimientos, por ejemplo, un brazo puede estar elevado y a la misma vez flexionado. Estos datos se deberán registrar en el anexo 5, en el mismo cuadro.

Los encargados de la recolección de datos deben elaborar cuadros donde se identifique fácilmente el dato antropométrico registrado, se debe dar una breve explicación del movimiento, esto puede ser con ayuda de imágenes.

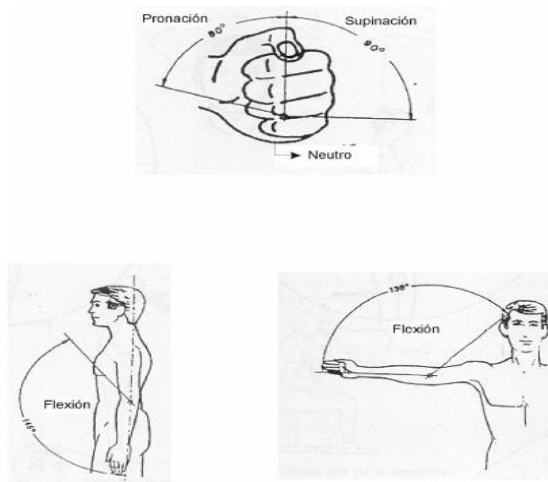
Mediciones importantes que el estudiante debe tener en cuenta para el análisis de la tarea

Figura 1. Diferentes posturas de las manos



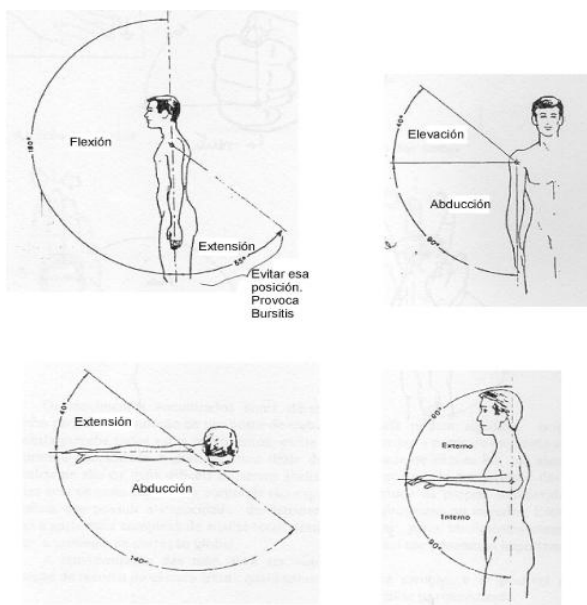
Fuente: Mónde-lo-Gregori-Blasco-Barrau 2001

Figura 2. Movimientos de los antebrazos



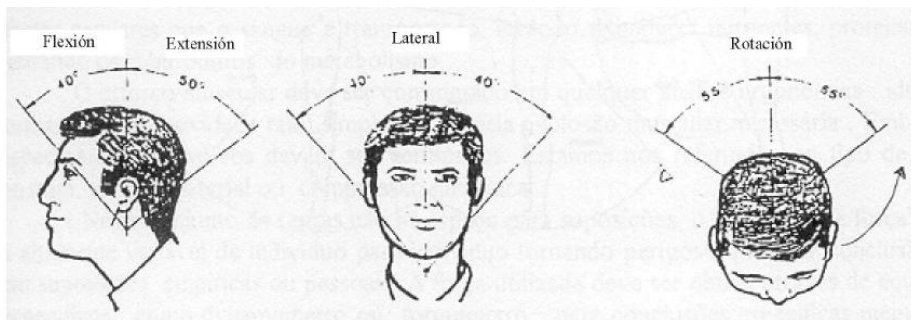
Fuente: Mónde-lo-Gregori-Blasco-Barrau 2001

Figura 3. Movimiento de los brazos y hombros



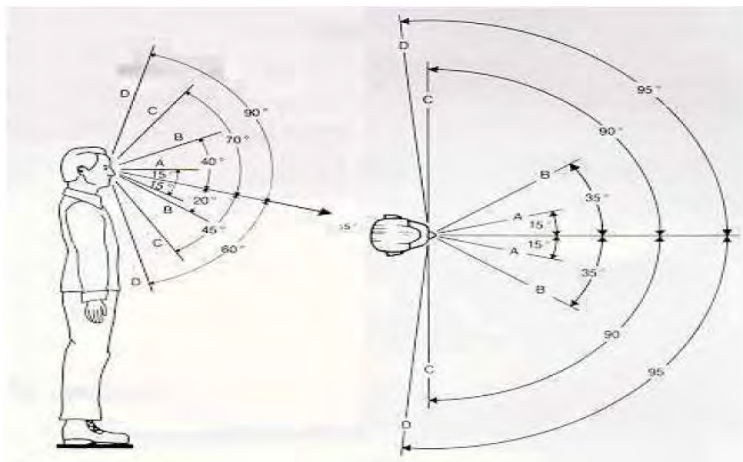
Fuente: Mónde-lo-Gregori-Blasco-Barrau 2001

Figura 4. Movimientos de la cabeza



Fuente: Mónde-lo-Gregori-Blasco-Barrau 2001

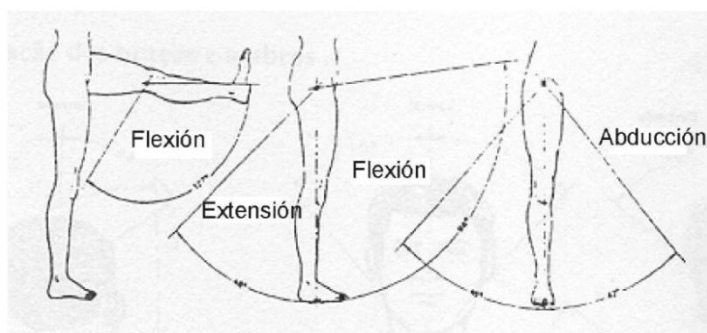
Figura 5. Ángulos recomendados para la visión



Donde A es el ángulo óptimo de visión B el ángulo máximo recomendado C ángulo máximo de visión y D ángulo límite de visión

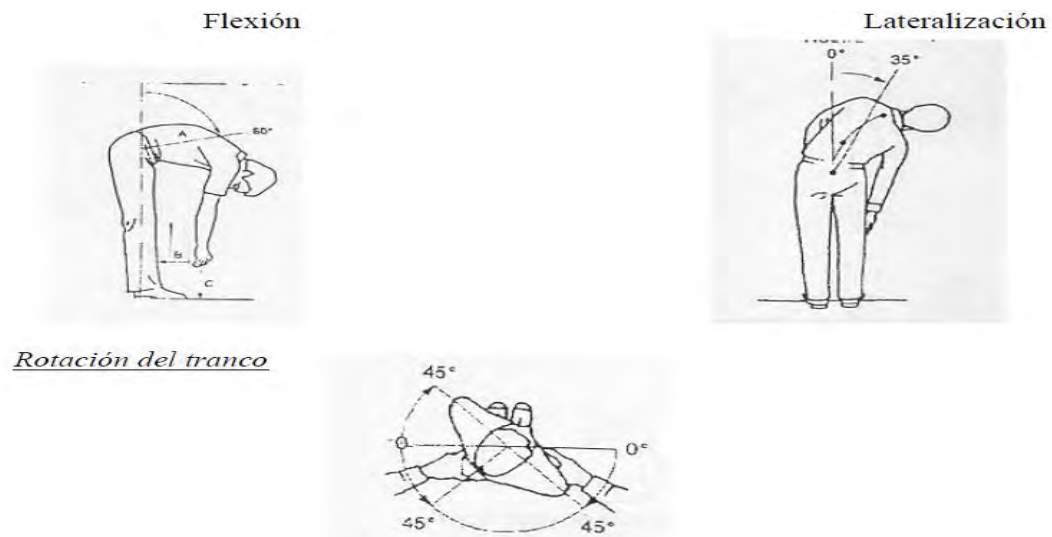
Fuente: Mónde-lo-Gregori-Blasco-Barrau 2001

Figura 6. Movimientos de las piernas



Fuente: Mónde-lo-Gregori-Blasco-Barrau 2001

Figura 7. Movimiento del tronco



Fuente: Móndeolo-Gregori-Blasco-Barrau 2001

6. RESULTADOS

En el siguiente cuadro se pueden observar los resultados de las medidas tomadas:

Cuadro 2. Proforma posición antropométrica bípeda

N°	CARACTERISTICAS ANTROPOMÉTRICAS	DIMENSIONAMIENTO(CM)								
		EDADDECIMALDELCAIDAINDIVIDUO								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	ESTATURA	171,4	176,8	165,4	165,6	150	150	158,3	180,5	175,3
2	PESOTOTALDELSUJETO	84,5	81	62	59	54	53	50	84	85
5	ALTURADEL CODO	113,2	111,2	102,2	105,2	95,5	93	102	107,1	106,6
6	ALTURADELPUÑO	85,1	86,4	78,1	80,8	74,3	72,8	76,1	80,6	83,3
9	ALCANCEASIMIEN TO VERTICAL	215,2	221,6	209,2	205,5	184,4	188,5	198,1	231,2	222,2

Cuadro 3. Proforma posición antropométrica modificada

N°	CARACTERÍSTICAS ANTROPOMÉTRICAS	DIMENSIONAMIENTO(CM)			
		EDAD DECIMAL DE CADA INDIVIDUO			
		1	2	3	4
1	ALCANCE MAXIMODEL BRAZO	72,5	62	67,2	75,4
2	ALCANCE MINIMODEL BRAZO	40	30,8	31,6	36
3	ALCANCE ASIMIENTO VERTICAL SEDENTE	119,5	102	111,7	113,4
5	ALTURA DE LOS OJOS, SENTADO	79	69,9	72	74
6	ALTURA DEL CODO, SENTADO	21,8	24,2	24,2	22
7	ALTURA DEL MUSLO	15	12,9	13	14,3
11	ALTURA DE LA PLATEA	41,7	38,2	40,4	42
12	LONGITUD SACROROTULA	57,6	55,9	54,5	57,8
15	ANCHURA DE LA CADERA SENTADO	38,8	33,8	38,1	35

Tabla 4. Proforma posición antropométrica modificada

INFORMACIÓN ANTROPOMÉTRICA DE LA POBLACIÓN ESTUDIADA				PERCENTILES					
N°	CARACTERÍSTICAS ANTROPOMÉTRICAS	X Mediana	DESVIAC. ESTÁNDAR	5	10	20	80	90	95
1	ESTATURA	165,9	11,26	147,4	151,5	156,4	175,4	180,4	184,4
2	PESO TOTAL DEL SUJETO	68,1	15,20	43,05	48,52	55,26	80,85	87,59	93,06
5	ALTURA DEL CODO	104,0	6,66	93,05	95,44	98,39	109,61	112,6	115
6	ALTURA DEL PUÑO	79,7	4,76	71,89	73,6	75,71	83,73	85,84	87,55
9	ALCANCE ASIMIENTO VERTICAL	208,4	15,88	182,3	188	195,1	221,81	228,8	234,6
11	ALCANCE MAXIMODEL BRAZO	69,28	5,92	59,54	61,67	64,29	74,26	76,88	79,01
12	ALCANCE MINIMODEL BRAZO	34,60	4,26	27,58	29,12	31,01	38,19	40,08	41,62
13	ALCANCE ASIMIENTO VERTICAL SEDENTE	111,65	7,25	99,72	102,3	105,5	117,76	121	123,6
15	ALTURA DE LOS OJOS, SENTADO	73,73	3,89	67,32	68,72	70,45	77,00	78,73	80,13
16	ALTURA DEL CODO, SENTADO	23,05	1,33	20,86	21,34	21,93	24,17	24,76	25,24
17	ALTURA DEL MUSLO	13,80	1,02	12,12	12,49	12,94	14,66	15,11	15,48
21	ALTURA DE LA PLATEA	40,58	1,73	37,73	38,35	39,12	42,03	42,8	43,42
22	LONGITUD SACROROTULA	56,45	1,55	53,89	54,45	55,14	57,76	58,45	59,01
25	ANCHURA DE LA CADERA SENTADO	36,43	2,41	32,47	33,33	34,4	38,45	39,52	40,38

7. SOBRE LA PRESENTACIÓN DE LOS INFORMES DE LAS PRÁCTICAS⁴³

El informe se presentará preferiblemente mecanografiado, o manuscrito con tinta y letra clara. Los informes se entregarán dentro de una carpeta donde se señale lo siguiente:

2. Título de la práctica.

- Nombre de los autores del informe.
- Grupo de clases.
- Fecha.
- Las páginas se numerarán en el margen inferior derecho.
- La estructura general del informe será la siguiente:
 - Carátula
 - Índice
 - Resumen
 - Fundamentos teóricos
 - Materiales y métodos
 - Resultados
 - Conclusiones y Recomendaciones
 - Bibliografía
 - Anexos
- Índice: Se indica la página donde inicia y contiene cada parte abordada en el informe. (0.5 puntos).
- Resumen ejecutivo: En una página máxima, se redactará un resumen ejecutivo de la práctica que debe reflejar todo su contenido en forma muy breve, entre otros aspectos: objetivos, procedimientos, resultados, conclusiones, recomendaciones y beneficios, no se incluirán en este resumen: bibliografías, dibujos o expresiones matemáticas. (0.5 punto).

⁴³MARTINEZ OROPEZA, Ciro. Manual para prácticas de laboratorio Higiene y Seguridad Industrial. Universidad Nacional de Colombia sede Palmira.

- Fundamentos teóricos: Documentados entre dos y cinco páginas donde se expliquen los antecedentes, objetivos y fundamentos teóricos del experimento: se citarán las referencias bibliográficas y se referirá de forma explícita el cumplimiento de las hipótesis u objetivos trazados. (1.0 punto).
- Materiales y métodos: Se explicarán los métodos experimentales utilizados para la obtención de resultados, relacionando los nombres de equipos e instrumentos, así mismo se relacionarán y detallarán las técnicas utilizadas para el procesamiento de la información obtenida durante el experimento. (1.0 punto).
- Resultados: Los resultados se resumirán en cuadros y gráficos, y se analizarán. Los cálculos deben aparecer en anexos. (3.0 puntos).
- Conclusiones y recomendaciones: Las conclusiones se redactarán de manera concisa, especialmente las relativas a las hipótesis u objetivos enunciados en los fundamentos teóricos, las recomendaciones se deben referir a las posibles aplicaciones prácticas de los resultados y conclusiones y a la posible eliminación futura de las deficiencias y limitaciones encontradas durante la realización del experimento. (3.0 puntos).
- Bibliografía: Se presentarán los títulos de los libros consultados en orden alfabético por autores (bibliografía). Las referencias o bibliografías deben aparecer con los siguientes datos y secuencia: primer y segundo apellidos, nombre (pueden ser iniciales) si hay otros autores se pone y otros, dos puntos, título del libro subrayado, casa editorial, país o ciudad, y páginas consultadas, cada dato se separa por comas. (0.5 punto).
- Anexos: Se incluyen los datos técnicos, especificaciones de equipos e instrumentos de laboratorio, así como todos los cálculos realizados. (0.5 puntos).

8. ANEXOS

Anexo 1. PROFORMA POSICIÓN ANTROPOMETRICA BÍPEDA

SEXO:	FECHADEMEDICIÓN:	DIMENSIONAMIENTO(CM)									
N°	CARACTERISTICASANTROPOMÉTRICAS	EDADDECIMALDELCAIDAINDIVIDUO									
1	ESTATURA										
2	PESOTOTALDELSUJETO										
3	ALTURADELOSOJOS										
4	ALTURADELHOMBRO										
5	ALTURADELCODO										
6	ALTURADELPUÑO										
7	ANCHURADELCUERPO										
8	PROFUNDIDADMÁXIMADELCUERPO										
9	ALCANCEASIMIENTOVERTICAL										
10	ALCANCELATERALDELBRAZO										

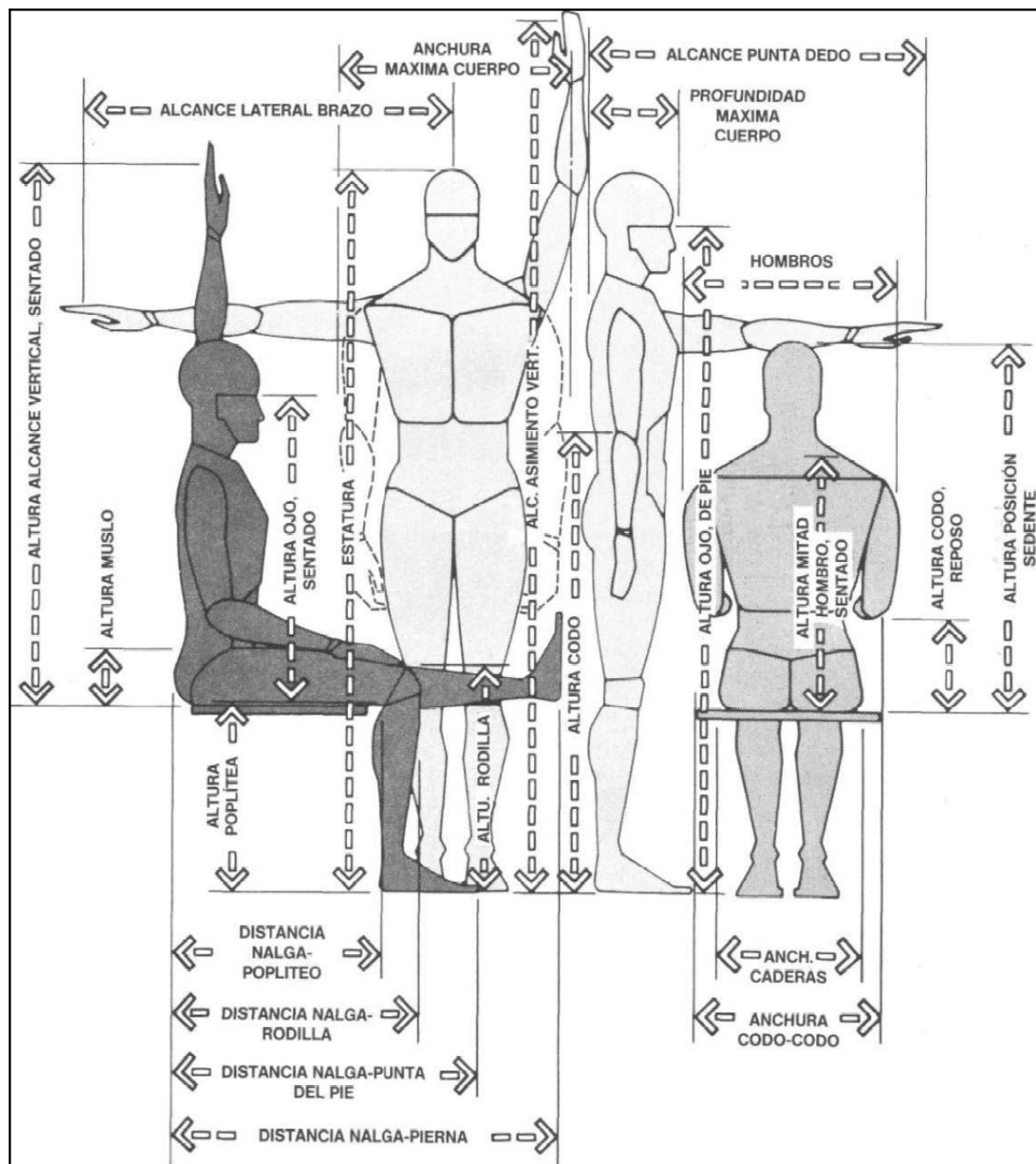
Anexo 2. PROFORMA POSICIÓN ANTROPOMETRICA MODIFICADA

SEXO:	FECHADEMEDICIÓN:	DIMENSIONAMIENTO(CM)									
N°	CARACTERISTICASANTROPOMÉTRICAS	EDADDECIMALDELCAIDAINDIVIDUO									
1	ALCANCEMAXIMODELBRAZO										
2	ALCANCEMINIMODELBRAZO										
3	ALCANCEASIMIENTOVERTICALSEDETE										
4	ALTURASENTADOERGUIDO										
5	ALTURADELOSOJOS,SENTADO										
6	ALTURADELCODO,SENTADO										
7	ALTURADELMUSLO										
8	ALTURAILIOCRESTAL,SENTADO										
9	ALTURASUBESCAPULAR										
10	ALTURADELARODILLA										
11	ALTURAPOPLITEA										
12	LONGITUDSACROROTULA										
13	LONGITUDSACROPOPLITEA										
14	LONGITUDELMUSLO										
15	ANCHURADELACADERASENTADO										
16	ANCHURADECODOACODO										
17	ESPEJORABDOMINALSENTADO										

Anexo 3. PROFORMA ANTROPOMETRICA RESUMEN DE LOS DATOS

INFORMACIÓN ANTROPOMÉTRICA DE LA POBLACIÓN ESTUDIADA				PERCENTILES					
N°	CARACTERÍSTICAS ANTROPOMÉTRICAS	X MEDIANA	DESVIAC. ESTÁNDAR	5	10	20	80	90	95
	ALCANCE ASIENTO VERTICAL SEDENTE								
1	ESTATURA								
2	PESO TOTAL DEL SUJETO								
3	ALTURA DE LOS OJOS								
4	ALTURA DEL HOMBRO								
5	ALTURA DEL CODO								
6	ALTURA DEL PUÑO								
7	ANCHURA DEL CUERPO								
8	PROFUNDIDAD MÁXIMA DEL CUERPO								
9	ALCANCE ASIENTO VERTICAL								
10	ALCANCE LATERAL DEL BRAZO								
11	ALCANCE MÁXIMO DEL BRAZO								
12	ALCANCE MÍNIMO DEL BRAZO								
13	ALCANCE ASIENTO VERTICAL SEDENTE								
14	ALTURA SENTADO ERGUIDO								
15	ALTURA DE LOS OJOS, SENTADO								
16	ALTURA DEL CODO, SENTADO								
17	ALTURA DEL MUSLO								
18	ALTURA ILIOCRESTA, SENTADO								
19	ALTURA SUBESCAPULAR								
20	ALTURA DEL RODILLA								
21	ALTURA PÓPLITEA								
22	LONGITUD SACRO ROTULA								
23	LONGITUD SACRO PÓPLITEA								
24	LONGITUD DEL MUSLO								
25	ANCHURA DE LA CADERA SENTADO								
26	ANCHURA DE CODO A CODO								
27	ESPESOR ABDOMINAL SENTADO								

Anexo 4. MEDICIONES EN POSICIONES ANTROPOMETRICAS



Fuente: Tomada de Panero, Julius; Zeinik. Las dimensiones humanas en los espacios interiores. Estándares antropométricos. México. G. Gill. Ed. 7. 1996. p 30.

Anexo 5. Medidas Antropométricas dinámicas

	Flexión	Elevación	Pronación	supinación	neutro	extensión	abducción	Rotación	Lateral
Antebrazo									
Brazos y hombros									
Cabeza									
Piernas									
Tronco									

	Flexión	Neutro	Extensión	Desv. Radial	Desv. Ulnar
Manos					

9. BIBLIOGRAFIA

ACERO, José. Cineantropometría. Fundamentos y procesos. Cali, Colombia: Faid Editores, 2002. 160p. ISBN: 958-87142-1-8.

MAC DOUGALL, J Duncan; WENGER, Howard A y GREEN, Howard J. Evaluación Fisiológica del deportista. 3 ed. España.: Editorial Puidotribo, 2005. P 277.

Acero J. O-SCALE SYSTEM: Bases Teórico-Prácticas. Texto guía para orientación de Seminarios talleres en el área de Cineantropometría. Consejo Latino Americano de Ciencias Aplicadas (CLACED). Pamplona-Colombia: 1993.

Ramírez Cavasa Cesar. Ergonomía y Productividad. Noriega Editores. México 1991. P. 53

Álvarez Llana Francisco J. Ergonomía y psicología aplicada: Manual para la formación del especialista. Editorial Lex Nova, 2007. P. 164

MARTINEZ OROPEZA, Ciro. Manual para prácticas de laboratorio Higiene y Seguridad Industrial. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira.